

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Aplicação móvel de pagamento e validação para Transportes Públicos de Passageiros

André Gonçalves Dias



Mestrado Integrado em Engenharia Informática e Computação

Orientador: João Bernardo de Sena Esteves Falcão e Cunha

Co-orientadora: Marta Maria Campos Ferreira

29 de Julho de 2013

Aplicação móvel de pagamento e validação para Transportes Públicos de Passageiros

André Gonçalves Dias

Mestrado Integrado em Engenharia Informática e Computação

Aprovado em provas públicas pelo Júri:

Presidente: Maria Teresa Magalhães da Silva Pinto de Andrade (Prof. Auxiliar)

Arguente: Adriano Jorge Cardoso Moreira (Prof. Associado)

Orientador: João Bernardo de Sena Esteves Falcão e Cunha (Prof. Catedrático)

29 de Julho de 2013

Resumo

O uso de dispositivos móveis faz cada vez mais parte do dia-a-dia dos seres humanos. O telemóvel, o leitor de .mp3, o *tablet*, o GPS, a câmara fotográfica, etc. passaram a ser objetos comuns nos bolsos e carteiras. É precisamente devido às capacidades dos *smartphones*, os telemóveis inteligentes que vieram revolucionar a forma como o telemóvel é visto, deixando este de ser apenas um utensílio para a realização de chamadas e envio de mensagens de texto passando para um sistema completo de agenda, telefone, reproduutor multimédia, câmara fotográfica, navegador GPS, entre muitas outras funcionalidades, que surge a pergunta: Se o telemóvel suporta todas estas funcionalidades, porque não utilizá-lo também para uma das tarefas mais rotineiras de muitas pessoas, os transportes públicos?

Apesar de, em Portugal, ser já comum utilizar-se sistemas informatizados e relativamente sofisticados no que toca aos sistemas de bilhética nos transportes públicos, estes estão ainda “presos” a cartões, no Grande Porto o cartão Andante, na Grande Lisboa o cartão Viva, nos comboios o cartão CP. Será a informação armazenada nos cartões demasiado complexa que não possa ser armazenada noutro meio, nomeadamente o telemóvel? A resposta é óbvia, Não! A informação armazenada limita-se ao número de títulos de viagem disponíveis naquele cartão e em caso de um título estar ativo, qual o seu período de validade e a estação de entrada. Toda esta informação pode ser facilmente armazenada no telemóvel, sendo apenas necessário implementar as infraestruturas tecnológicas que deem suporte a este novo modelo.

O objetivo deste projeto é precisamente estudar e conceber a melhor maneira de tirar partido dos telemóveis para substituir os cartões no que toca à bilhética nos transportes públicos da Área Metropolitana do Porto. Isto permitirá não só aumentar a comodidade do passageiro, como proporcionar-lhe um acesso ilimitado e independente de local ou hora a todos os serviços necessários na gestão da sua mobilidade. Estes serviços incluem a compra de títulos de viagem e sua posterior validação, a consulta do saldo da carteira virtual e o saldo de viagens, a visualização do histórico de operações, a visualização do estado atual da viagem validada (tempo restante e estação de entrada, número de zonas, etc.), entre outros.

Mas não é só o passageiro que fica a ganhar. Os operadores de transportes públicos de passageiros, para além de acrescentarem valor à sua oferta de serviços, reduzem custos de operação e manutenção, recolhem informação estatística e hábitos de utilização dos passageiros, e mostram vontade de estar na vanguarda no que toca à inovação tecnológica. Existem já vários projetos piloto em execução em vários países, testando tecnologias diferentes, em busca da melhor solução. É importante referir que cada rede de transportes públicos é única e com características especiais, pelo que não será nunca possível encontrar uma solução que sirva todos os modelos utilizados, sendo necessário desenhar uma solução adequada às necessidades de cada rede.

O sistema de bilhética móvel para a Área Metropolitana do Porto não só foi desenvolvido como também foi testado com utilizadores reais cujo contributo foi importante para identificar problemas e sugestões de melhoria e testar o conceito de compra e validação de bilhetes através do telemóvel.

Abstract

The use of mobile devices is more and more a daily routine of human beings. Mobile phones, .mp3 players, tablets, GPS, cameras, etc. are now ordinary objects in pockets or bags. It's precisely due to the capacities of smartphones, the smart mobile phones that revolutionized the way mobile phones are seen, no longer being just a tool to make calls and send text messages, and becoming a complete system of diary, phone, multimedia player, camera, GPS navigator, among others, that arises the question: "If smartphones support all these functionalities, why not use it on one daily task for most people, public transportation?"

Although, in Portugal, the use of computerized and relatively sophisticated systems in public transportation ticketing is now a common practice, it is still "stuck" to cards. In Oporto, there is the Andante card, in Lisbon the Viva card and in trains, the CP card. Is the stored information so complex that it couldn't be stored anywhere else, for instance in a smartphone? The answer is obvious, No! The stored information is only the number of remaining traveling titles in that card, and in case one title is active, the expiration time and departure station. All this information can be easily stored in a smartphone, with only the need to develop the technological infrastructures to support this model.

The aim of this project is precisely to study and conceive the best way to take advantage of smartphones to replace cards in the Oporto Metropolitan Area public transportation system. This would not only increase passenger's commodity but also provide him an unlimited and place and time independent access to all the needed services related to his mobility management. These services include purchasing traveling titles, and validating them, checking the virtual wallet balance and the titles balance, visualizing the operations history, visualizing the status of an active title (remaining time, departure station, number of zones, etc.), among others.

But the passenger is not the only one who benefits. The passengers public transportation operators, besides adding value to their services offer, reduce operation and maintenance costs, and gather statistical information and use habits from their customers. Moreover, they show the will to be in the edge of technological innovation. There are already some pilot projects running in different countries, searching for the best solution. It is important to have in mind that each public transportation network is unique and with special characteristics, so it will never be possible to find a general solution that fits every model, enforcing the necessity to develop an appropriate solution for each network.

Not only the mobile ticketing system for the Oporto Metropolitan Area was developed but also tested with real users. The feedback they gave was important to identify problems and improvement suggestions and also to test the concept of buying and validating tickets by mobile phone.

Agradecimentos

O trabalho desenvolvido durante este projeto não seria o mesmo sem a preciosa ajuda de algumas pessoas, a quem gostaria de agradecer.

Em primeiro lugar, ao meu orientador, Prof. João Falcão e Cunha, pela ajuda, sugestões e motivação transmitidas que me incentivaram a tentar superar as expectativas.

Um agradecimento especial à minha co-orientadora, Dra. Marta Campos Ferreira, por estar sempre disponível para ajudar e partilhar a sua experiência e conhecimento. O seu empenho, rigor e dedicação foram, sem dúvida, uma grande ajuda na colmatação de algumas falhas e na criação de um design agradável.

Ao Eng. Luís Ferreira e Dr. João Marques, da OPT, um muito obrigado pelo esforço em manter o desenvolvimento sempre dentro dos prazos, pelas ideias partilhadas e bons momentos proporcionados.

À STCP, pela colaboração no projeto, mostrando sempre disponibilidade para esclarecer dúvidas e dando sugestões valiosas para o bom funcionamento do projeto.

À Prof. Teresa Galvão, por mostrar interesse em acompanhar o projeto, contribuindo com ideias e sugestões para tornar a aplicação mais atrativa.

Ao André Cunha, pela colaboração na fase inicial do projeto, pela troca de opiniões e pela camaradagem.

Quero agradecer também à minha família pelo apoio, motivação e interesse ao longo de todo o projeto, incluindo a escrita desta dissertação.

Aos meus amigos deixo também uma palavra de apreço. Agradecer-lhes o acompanhamento do projeto, opinando em alguns aspetos e sugerindo pequenas melhorias.

Por fim, quero agradecer a todas as pessoas que, voluntariamente, se disponibilizaram para testar em ambiente real a aplicação desenvolvida, fornecendo informações vitais para o melhoramento e sucesso deste projeto.

André Dias

*“Se estás a trabalhar em algo excitante e do qual tu gostas mesmo muito,
não precisas de ser pressionado para ter mais resultados.
A tua própria visão puxa-te para a frente.”*

Steve Jobs

Conteúdo

1	Introdução	1
1.1	Contexto/Enquadramento	1
1.2	Motivação e Objetivos	3
1.3	Estrutura da Dissertação	5
2	Revisão Bibliográfica	7
2.1	Introdução	7
2.2	Pagamentos Móveis	7
2.2.1	Pagamentos via SMS/USSD	8
2.2.2	Pagamentos via débito direto	8
2.2.3	Pagamentos via WAP	9
2.2.4	Pagamentos via QR Code	10
2.2.5	Pagamentos via NFC	11
2.3	Projetos	11
2.3.1	MB Phone	11
2.3.2	WalletPT	13
2.3.3	Vodafone m.Ticket	14
2.3.4	Transport for London	14
2.3.5	Touch&Travel	15
2.3.6	Rapid Transit	16
2.3.7	Mobipay	16
2.3.8	ÖBB SMS-Ticket	16
2.3.9	Mobill	17
2.4	Resumo	18
3	Sistema Andante	21
3.1	Modalidades	21
3.1.1	Ocasionais	21
3.1.2	Assinaturas	22
3.2	Zonamento	22
3.3	Resumo e Conclusões	23
4	Sistema de Bilhética Móvel para Transportes Públicos no Porto	27
4.1	Introdução	27
4.2	Arquitetura	28
4.2.1	Cliente (Client)	28
4.2.2	Revisor (Conductor)	29
4.2.3	Servidor (Server)	29

CONTEÚDO

4.3	Tecnologias	29
4.3.1	Android	29
4.3.2	SQLite	30
4.3.3	Microsoft .NET Framework 3.5	30
4.3.4	Oracle Database XE	31
4.4	Resumo e Conclusões	31
5	Implementação	33
5.1	Especificação de Requisitos	33
5.1.1	Requisitos Funcionais	33
5.1.2	Requisitos Não Funcionais	34
5.2	Principais Casos de Uso	35
5.2.1	Compra	35
5.2.2	Validação	35
5.2.3	Consulta	36
5.3	Arquitetura	36
5.4	Modelo Concetual	36
5.4.1	Utilizador	38
5.4.2	Título	38
5.4.3	Validação	39
5.4.4	Paragem	39
5.4.5	Linha	39
5.4.6	Zona	39
5.4.7	Transação	39
5.5	API	39
5.5.1	API Comum	40
5.5.2	API Específica	40
5.6	MobiPag STCP	43
5.6.1	Menu Principal	44
5.6.2	Menu Validação	45
5.6.3	Menu Seleção Manual	46
5.6.4	Menu Compra	47
5.6.5	Menu Compra Ocasioneis	48
5.6.6	Menu Compra Assinatura	49
5.6.7	Menu Consulta	50
5.6.8	Menu Saldo Títulos	51
5.6.9	Menu Operações de Conta	52
5.6.10	Menu Histórico Validações	53
5.6.11	Menu Definições	54
5.6.12	Menu Sobre	55
5.6.13	Menu PIN	56
5.6.14	Menu Login	57
5.6.15	Menu Revisor	58
5.6.16	Menu Ajuda	59

CONTEÚDO

6	Testes e Resultados	61
6.1	Planeamento de Testes	61
6.2	Inquérito Inicial	62
6.3	Grupo Facebook	64
6.4	Testes MobiPag STCP	64
6.5	Sugestões	68
7	Conclusões e Trabalho Futuro	71
7.1	Satisfação dos Objetivos	71
7.2	Trabalho Futuro	72
7.2.1	Estrutura de Dados	72
7.2.2	Segurança	73
7.2.3	Carregamento de Conta	73
7.2.4	Validação	73
7.2.5	Outros	74
7.3	Resumo	74
	Referências	79
A	Especificação de Requisitos Funcionais	83
A.1	Descrição Detalhada	83
A.1.1	O sistema deve permitir o registo de um novo utilizador	83
A.1.2	O sistema deve permitir a autenticação de um utilizador já registado	83
A.1.3	O sistema deve permitir a um utilizador autenticado alterar os seus dados pessoais	83
A.1.4	O sistema deve permitir a um utilizador autenticado terminar a sessão ativa	83
A.1.5	O sistema deve permitir a compra de títulos por utilizadores autenticados	83
A.1.6	O sistema deve utilizar os fornecedores de localização do dispositivo móvel para identificar a paragem onde o utilizador autenticado se encontra	84
A.1.7	O sistema deve permitir ao utilizador autenticado a escolha manual da paragem de entrada	84
A.1.8	O sistema deve listar as linhas e respetivos sentidos que passam na paragem selecionada pelo utilizador autenticado	84
A.1.9	O sistema deve permitir ao utilizador autenticado escolher o título a validar, apresentando todos os títulos disponíveis que se adequem à paragem e linha selecionadas	84
A.1.10	O sistema deve permitir ao utilizador autenticado efetuar a validação do título escolhido, apresentando a paragem limite até à qual pode viajar	84
A.1.11	O sistema deve permitir a mudança de linha (transbordo), quando existir um título válido	84
A.1.12	O sistema deve permitir a confirmação da validade do título em utilização, por parte do revisor	84
A.1.13	O sistema deve permitir a consulta do estado atual do título validado	85
A.1.14	O sistema deve permitir o acesso ao histórico de operações efetuadas pelo utilizador autenticado	85
A.1.15	O sistema deve permitir o acesso ao histórico de validações realizadas pelo utilizador autenticado	85
A.1.16	O sistema deve permitir a consulta do saldo de títulos disponíveis	85
A.1.17	O sistema deve permitir a consulta de saldo da carteira virtual	85

CONTEÚDO

B	Especificação da API	87
B.1	Descrição Detalhada	87
B.1.1	API Comum	87
B.1.2	API Específica	89
C	Código ColorADD	99
D	Inquérito Inicial	101

Lista de Figuras

1.1	Evolução do Telemóvel	2
2.1	SPAYD armazenado num QR Code	10
2.2	Menu Principal da Aplicação MB Phone para Android	12
2.3	Mcode contendo um cupão	18
3.1	Zonamento Andante	24
3.2	Cálculo de número de zonas Andante [cal]	25
5.1	Arquitetura Servidor-Cliente	37
5.2	Modelo Concetual	37
5.3	Diagrama de Atividades	43
5.4	Menu Principal	44
5.5	Menu Validação	45
5.6	Confirmação Validação	45
5.7	Menu Seleção Manual	46
5.8	Menu Compra	47
5.9	Menu Compra Ocasionalis	48
5.10	Confirm. Compra Ocasionalis	48
5.11	Menu Compra Assinatura	49
5.12	Confirm. Compra Assinatura	49
5.13	Menu Consulta	50
5.14	Menu Saldo Títulos	51
5.15	Menu Operações de Conta	52
5.16	Menu Histórico Validações Ocasionalis	53
5.17	Menu Histórico Validações Assinatura	53
5.18	Menu Definições	54
5.19	Menu Sobre	55
5.20	Menu PIN	56
5.21	Menu Login	57
5.22	Menu Revisor	58
5.23	Menu Revisor	58
5.24	Menu Ajuda	59
6.1	Grupo Facebook	65
6.2	Grupo Facebook	66
7.1	Planeamento da primeira fase da dissertação	76
7.2	Planeamento da segunda fase da dissertação	77

LISTA DE FIGURAS

C.1	Código ColorADD	99
C.2	Adição de cores ColorADD	99
C.3	Tabela de cores ColorADD	100

Lista de Tabelas

4.1	Distribuição de dispositivos ativos por versão do sistema operativo Android (8 de julho de 2013)[das]	30
A.1	Requisitos Funcionais: Descrição, Prioridade e Dependências	86

LISTA DE TABELAS

Acrónimos

API	<i>Application Programming Interface</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i>
MMS	<i>Multimedia Message Service</i>
NFC	<i>Near Field Communication</i>
OPT	<i>Optimização e Planeamento de Transportes, SA</i>
OTP	<i>One Time Password</i>
PDA	<i>Personal Digital Assistant</i>
PIN	<i>Personal Identification Number</i>
RFID	<i>Radio-Frequency Identification</i>
SEPA	<i>Single Euro Payments Area</i>
SIM	<i>Subscriber Identity Module</i>
SMS	<i>Short Message Service</i>
SPAYD	<i>Short Payment Descriptor</i>
STCP	<i>Sociedade de Transportes Colectivos do Porto, SA</i>
TfL	<i>Transport for London</i>
URL	<i>Uniform Resource Locator</i>
USSD	<i>Unstructured Supplementary Service Data</i>
WAP	<i>Wireless Application Protocol</i>

Capítulo 1

Introdução

O objetivo desta dissertação é fornecer, de uma forma detalhada, toda a informação referente ao projeto, incluindo a revisão do estado da arte e também todos os conteúdos produzidos durante a realização do mesmo. Pretende-se que seja um documento o mais claro e simples possível para que seja necessário o mínimo de conhecimento específico para a sua compreensão. Todos os termos utilizados serão acompanhados de uma breve descrição para efeitos de contextualização. Para melhor compreender o âmbito da dissertação, é apresentado neste capítulo o enquadramento e a motivação que levaram à escolha do tema e são também definidos os problemas que se pretendiam solucionar durante o projeto. Para além disso, é apresentada a estrutura da dissertação, permitindo assim criar desde já uma visão global do projeto.

1.1 Contexto/Enquadramento

Este projeto enquadra-se na área dos pagamentos móveis, com especial foco nos transportes públicos. Para além disso, está também enquadrada na área da bilhética, focando-se na compra e validação de títulos de viagem e assinaturas.

Por pagamento móvel entende-se o uso de um dispositivo móvel (telemóvel, PDA, *tablet*) para iniciar, autorizar e confirmar uma troca de valor financeiro por bens ou serviços [AK08].

Um título de viagem corresponde ao objeto (físico ou virtual) que permite efetuar uma viagem dentro da rede de transportes para o qual foi concebido e o utilizador pode comprar um ou mais títulos de viagem de uma só vez, tendo em conta que apenas será utilizado um título por viagem.

Uma assinatura é uma modalidade que permite efetuar um número ilimitado de viagens dentro de uma determinada zona durante o período de tempo estipulado, habitualmente mensal.

A validação de títulos de viagem designa o processo que é realizado no início de cada viagem e realiza a ativação de um determinado título, confirmando a validade do mesmo e impedindo que seja usado novamente. Esta validação permite também verificar a adequação do mesmo título à

Introdução

viagem que se inicia. No caso das assinaturas, a validação verifica a adequação das mesmas à viagem e também se estão ainda ativas ou se o prazo definido já expirou.

A adoção generalizada dos dispositivos móveis combinada com o aumento de funcionalidades está a mudar a forma como as pessoas utilizam os seus telemóveis. Começaram por ser essencialmente utilizados para realizar chamadas telefónicas e enviar mensagens de texto. No entanto, os telemóveis evoluíram para *smartphones*, mudando totalmente a experiência móvel, como se pode ver na Figura 1.1. De facto, já é possível fazer pagamentos com telemóveis em vários países e nas mais variadas áreas, incluindo transportes públicos. O uso de telemóveis para pagamento oferece inúmeras vantagens, em comparação com o sistema tradicional, tais como a realização de operações em qualquer altura e lugar, a disponibilidade do serviço, o acesso remoto e ubíquo a serviços de pagamento e o evitar de filar. Para além disso, as funcionalidades dos telemóveis, como câmara, ecrã, som, GPS, etc. permitem a oferta de serviços adicionais que melhoram a experiência global do utilizador. Os dispositivos móveis podem ser usados para aplicar programas de fidelização, como cupões, prémios, publicidade inteligente, etc. [FND13].



Figura 1.1: Evolução do Telemóvel

A indústria dos transportes enfrenta atualmente enormes desafios e ocupa um papel de destaque na política da União Europeia, visto este sector representar um papel importante na economia. Na União Europeia, emprega cerca de dez milhões de pessoas e representa à volta de 5% do PIB [Com11]. Mobilidade é essencial para a economia, sociedade e para a qualidade de vida das pessoas. No entanto, esta mobilidade tem de ser sustentada e as novas tecnologias têm um papel importante neste fator. Para se melhorar a qualidade de vida nas cidades é importante fomentar o uso de transportes públicos, tirando proveito dos dispositivos móveis como simplificadores de todos os processos, tornando-os mais fáceis, cómodos e acessíveis, apresentando-se assim como um incentivo ao uso deste tipo de transportes [FND13].

Adicionalmente, o uso do telemóvel para pagar uma viagem pode melhorar a experiência global

do passageiro. De facto, nos serviços de transportes públicos, as soluções de pagamento e bilhética sem contacto mostraram um aumento na satisfação do passageiro devido à sua facilidade e conveniência [NFC11].

O uso de telemóveis nos transportes públicos irá revolucionar o sector, visto que estes permitem aos operadores oferecer aos seus clientes um leque de serviços através dum único canal. Utilizando o telemóvel, o utilizador pode aceder a informação em tempo-real, mapas, horários, partilhar opiniões e pagar as suas viagens. Por outro lado, os operadores beneficiam do facto de os serviços prestados serem fornecidos nos dispositivos dos utilizadores e não em infraestruturas próprias. Isto irá resultar em enormes ganhos operacionais e redução de custos. Mas também implica algumas alterações na cadeia de fornecimento, onde empresas de bilhética e fornecedores de equipamento são substituídos por bancos e operadoras móveis [FND13].

Este trabalho foi realizado no âmbito de um projeto chamado MobiPag – Iniciativa Nacional para Pagamentos Móveis [ced], financiado pelo QREN e que envolve várias empresas de tecnologia, universidades, bancos e operadoras moveis. A Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto ficou responsável pelo desenvolvimento de um sistema de pagamentos móveis para os transportes públicos.

Durante o projeto, foi realizado um protótipo que envolve a STCP - Sociedade de Transportes Colectivos do Porto, SA, com o intuito de testar uma possível implementação de um sistema de pagamento e validação dos títulos de viagem utilizados pelos passageiros deste operador de transportes públicos. O protótipo foi desenvolvido em parceria com a OPT - Optimização e Planeamento de Transportes, SA, empresa responsável pelo desenvolvimento dos produtos SMSBUS e MOVE-ME, entre outros relacionados com a gestão operacional do transporte coletivo urbano [OPT].

O protótipo desenvolvido é uma aplicação para dispositivos móveis com o sistema operativo Android, que permitirá aos passageiros efetuar a compra de títulos de viagem ou assinaturas e o respetivo pagamento, bem como validar os mesmos aquando da sua utilização nos transportes públicos. Para além disso permitirá visualizar o histórico de compras e validações efetuadas pelo passageiro e o saldo atual da carteira de títulos e da conta utilizada para os pagamentos.

1.2 Motivação e Objetivos

Este projeto pretende facilitar os pagamentos e a validação de títulos de viagem nos transportes públicos na Área Metropolitana do Porto, tirando partido de dispositivos móveis. Por outro lado, pretende solucionar o problema causado pelo esquecimento, perda ou extravio de bilhetes, o que muitas vezes leva à necessidade da compra de um novo bilhete e títulos de viagem e, no caso da perda ou extravio, à impossibilidade de utilização dos títulos armazenados no bilhete perdido/extraviado.

A principal motivação deste trabalho é o elevado número de passageiros que utilizam os transportes públicos na Área Metropolitana do Porto. Durante o ano de 2012, cinquenta e quatro milhões e

Introdução

meio de passageiros utilizaram o Metro do Porto [INEa] e quarenta e cinco milhões de passageiros viajaram nos autocarros da STCP (dados relativos a validações do sistema intermodal) durante o primeiro semestre de 2012 [and]. Outros fatores de motivação são a criação de mobilidade sustentável, facilitar o dia-a-dia dos utilizadores de transportes públicos e, no limite, fomentar uma maior utilização destes transportes na Área Metropolitana do Porto.

Se o elevado número de passageiros serviu de base para a escolha da área de desenvolvimento, a escolha do meio tecnológico baseia-se no facto de que atualmente já uma em cada cinco pessoas acede à Internet no telemóvel [INEb], e também de cada vez mais ser menos provável deixar o telemóvel em casa. Um estudo efetuado revela que é mais provável as pessoas saírem de casa sem a carteira do que sem o telemóvel [NFC11].

Poder adicionar valor aos serviços já existentes é também uma grande motivação para o desenvolvimento deste projeto, apresentando-os como soluções únicas, atrativas, inovadoras e preferenciais.

Os objetivos deste projeto são os seguintes:

- Criar uma nova forma de pagamento e validação de títulos de viagem, não substituindo os modelos atuais, servindo como um complemento dos mesmos;
- Reduzir filas nas lojas Andante e postos de venda automáticos, descentralizando a operação de compra de títulos de viagem que muitas vezes causa longos períodos de espera, principalmente no início de cada mês, com a necessidade de renovação das assinaturas;
- Reduzir custos de emissão e manuseamento de cartões, pois deixa de haver necessidade de um cartão físico, tudo está armazenado no dispositivo móvel do passageiro;
- Conjuguar informação relativa a cada viagem, apresentando detalhes ao passageiro, tal como a paragem até à qual pode viajar;
- Fornecer informação estatística sobre os passageiros aos operadores de transportes, permitindo um melhor ajuste e planeamento de rotas e distribuição de veículos;
- Possibilitar a realização de múltiplas operações em qualquer lugar e através do um único canal, concentrando um conjunto de serviços à distância de um clique, deixando de haver necessidade de consultar informações nos painéis informativos, comprar títulos de viagem num posto de venda automático ou num balcão e validar o título nas máquinas específicas para esse efeito;
- Aumentar a satisfação geral dos utilizadores, trazendo-lhes mais comodidade e fornecendo-lhes um serviço que lhes permitirá poupar tempo e trabalho.

1.3 Estrutura da Dissertação

Para além da introdução, esta dissertação contém mais 6 capítulos.

No Capítulo 2, é descrito o estado da arte e são apresentados trabalhos realizados na área de pagamentos móveis, tanto a nível nacional como internacional.

No Capítulo 3, é descrito o sistema Andante, permitindo perceber e enquadrar a base do projeto.

No Capítulo 4, é descrito o projeto de uma forma mais detalhada, apresentando a sua estrutura e tecnologias a utilizar.

No Capítulo 5, é apresentado o protótipo desenvolvido, especificando a sua implementação.

No Capítulo 6, são especificados os testes realizados e os resultados obtidos.

No Capítulo 7 são apresentadas as conclusões obtidas durante a revisão do estado da arte, a implementação do projeto e os testes realizados.

Introdução

Capítulo 2

Revisão Bibliográfica

2.1 Introdução

Neste capítulo é ilustrada a utilização de dispositivos móveis para efeitos de pagamento e validação ou ativação de serviços. São também apresentados alguns projetos já implementados em diversas áreas, que tiram proveito dos dispositivos móveis para proporcionar ao utilizador uma alternativa mais cómoda para realizar as referidas operações.

Dado o enorme crescimento de ativação de dispositivos móveis e a respetiva queda de preços, é cada vez maior o número de aplicações existentes no mercado, cobrindo uma variedade de áreas de negócio cada vez mais vasta. Estas aplicações utilizam tecnologias diferentes e, como tal, neste capítulo são exploradas as mais pertinentes, no âmbito do projeto.

2.2 Pagamentos Móveis

Os pagamentos móveis e outros serviços móveis, como por exemplo *mobile banking*, originalmente eram baseados em mensagens de texto para completar as transações. O primeiro exemplo de pagamento móvel surgiu em 1997 quando a Coca Cola introduziu um número limitado de máquinas de venda, em Helsínquia, Finlândia, onde o cliente poderia efetuar um pagamento móvel. O cliente enviaria uma mensagem de texto para a máquina de venda para configurar o pagamento e a máquina venderia então o produto. *Mobile banking* surgiu também em 1997, através do banco finlandês Merita, e aceitava mensagens de texto para realizar transações na conta bancária [nfc].

Os serviços relacionados com comércio móvel aumentaram rapidamente no início do século XXI. A Noruega lançou pagamentos móveis de estacionamento, a Áustria, compra de bilhetes de comboio através de dispositivos móveis e no Japão surgiu a compra de bilhetes de avião.

Desde então muitos têm sido os desenvolvimentos na área dos pagamentos móveis e as empresas veem neles uma mais valia para os seus produtos, tornando mais fácil a venda de serviços aos seus clientes. Apesar de ainda se continuar a usar SMS para efetuar transações, surgiram outras

tecnologias com mais funcionalidades e segurança acrescida. Hoje em dia são vários os produtos que se baseiam em USSD, débito direto, WAP, QR Code, e NFC.

2.2.1 Pagamentos via SMS/USSD

O cliente envia um pedido de pagamento através de uma mensagem de texto SMS ou USSD para um *short code* e é aplicado um débito no seu saldo do telemóvel ou numa carteira virtual. O vendedor é informado do sucesso da operação e envia então o conteúdo desejado [Ble03]. Como normalmente não há um endereço de entrega fiável definido, estes conteúdos são normalmente digitais, sendo a resposta recebida através de MMS contendo o conteúdo comprado (músicas, toques, fundos, etc.). Podem ser também enviados códigos de barras através de MMS que servem depois para confirmar o pagamento por parte do vendedor. Este método é utilizado como um bilhete eletrónico para aceder ao cinema ou eventos ou para recolha de objetos físicos. Este meio de pagamento está a ser cada vez mais substituído pelos que se apresentam posteriormente, sendo as principais razões as que se seguem:

- Pouca fiabilidade – As transações podem facilmente falhar, tendo em conta que as mensagens se podem perder [BB09];
- Velocidade baixa – Enviar mensagens pode ser um processo lento e pode levar horas até o vendedor receber a confirmação do pagamento. Os clientes não querem ter de esperar mais do que alguns segundos [Mal07];
- Segurança – A encriptação de SMS/USSD termina na interface de rede, portanto a mensagem é texto puro, sem qualquer encriptação;
- Custo elevado – Há muitos custos associados a este tipo de pagamento. Primeiro o custo de definir um *short code*, depois o custo de enviar os conteúdos para os clientes através de MMS e também os custos de apoio ao cliente para os casos de mensagens perdidas ou atrasadas.

Alguns serviços de pagamento móvel aceitam "pagamentos SMS Premium"[mobb]. O processo é o seguinte:

1. Cliente envia SMS com código do serviço e número único para um *short code*;
2. Cliente recebe um PIN (o débito é efetuado aquando da receção do PIN);
3. Cliente utiliza o PIN para aceder a conteúdos ou serviços.

2.2.2 Pagamentos via débito direto

O cliente usa a opção de débito móvel durante a compra numa página *web* de comércio eletrónico (por exemplo, uma página de jogos online) para efetuar o pagamento. Depois de uma

validação em dois passos, envolvendo um PIN e uma OTP (*One Time Password*), o débito é efetuado no saldo móvel do cliente. É um método de pagamento que não exige o uso de cartões de crédito ou débito nem o registo numa solução de pagamento online tal como a PayPal, saltando assim a intermediação por parte de bancos ou empresas de cartões [dmb]. Este tipo de pagamento é extremamente predominante e popular na Ásia, caracterizando-se pelos seguintes atributos:

- Segurança – A autenticação em dois passos e um motor de gestão de risco previne fraude;
- Conveniência – Não é necessário pré-registo nem aplicação móvel específica;
- Facilidade – Trata-se de apenas uma nova opção durante o processo de pagamento numa compra;
- Rapidez – A maioria das transações é completa em menos de dez segundos.

2.2.3 Pagamentos via WAP

O cliente usa uma página *web* ou uma aplicação instalada no telemóvel para fazer o pagamento. Usa o WAP como tecnologia base e portanto herda todas as suas vantagens e desvantagens. As vantagens incluem:

- Possibilidade de encaminhar o cliente para outra página após a transação, por exemplo a página da loja ou outros produtos que o cliente possa gostar. Essas páginas têm um URL que pode facilmente ser adicionado aos marcadores e revisitado mais tarde ou partilhado;
- Elevada satisfação dos clientes por pagamentos rápidos e previsíveis;
- Facilidade de uso a partir de um conjunto familiar de páginas de pagamento.

No entanto, a não ser que seja utilizado débito direto por parte da operadora móvel, há necessidade de usar um cartão de crédito ou débito ou o registo numa solução de pagamento online, tal como numa transação feita através do computador.

2.2.3.1 Débito direto pela operadora

Débito direto pela operadora, também conhecido como débito WAP, requer integração com a operadora. Isso traz alguns benefícios, nomeadamente o facto de as operadoras já terem uma relação de débito com os clientes, bastando adicionar o pagamento à conta do cliente. Para além disso, permite realizar pagamentos instantâneos e proteger os detalhes do pagamento e a identidade do cliente. Uma outra vantagem é o facto de se poder reduzir os custos de apoio ao cliente por parte dos vendedores.

A principal desvantagem é que os lucros são normalmente menores do que usando um outro fornecedor de pagamentos.

Em 2012, a Ericsson e a Western Union aliaram-se para expandir o mercado de débito direto pela operadora, tornando possível às operadoras móveis incluir transferências de dinheiro móveis

Western Union como parte do seu serviço financeiro móvel. Dada a visibilidade internacional de ambas as companhias, esta parceria provavelmente irá acelerar a interconexão entre o comércio móvel o mundo financeiro existente [eri].

2.2.3.2 Cartão de crédito/débito

Um sistema de pagamento *web* pode também incluir um formulário de pagamento através de cartão de crédito ou débito, permitindo ao cliente inserir os dados do cartão para efetuar pagamentos. Este processo é familiar, mas a introdução de quaisquer detalhes num telemóvel é mais suscetível a erros e consequentemente a falhas no pagamento. Para além disso, um vendedor pode automaticamente e de forma segura associar os detalhes do cartão ao cliente e, em futuras compras, permitir ao utilizador que realize o pagamento através de um simples clique, removendo assim o fator de erro associado à introdução manual dos detalhes do cartão.

2.2.3.3 Carteiras virtuais

Companhias como a PayPal, Amazon ou Google também fornecem opções de pagamento móvel. Normalmente o processo baseia-se no registo por parte do utilizador, introduzindo o seu número de telemóvel. Posteriormente recebe um PIN por SMS e autentica o seu número de telemóvel através desse PIN. De seguida, o utilizador introduz os dados do cartão de crédito ou outro meio de pagamento (se necessário) e valida o pagamento. Nos pagamentos seguintes, será apenas necessário introduzir o PIN para autenticar e validar o pagamento.

2.2.4 Pagamentos via QR Code

Desde novembro de 2012 que são utilizados pagamentos via QR Code em grande escala na República Checa, sob a forma de um formato aberto de troca de informação de pagamentos, *Short Payment Descriptor* [qrp].

O *Short Payment Descriptor* (SPAYD) usa a estrutura de um *vCard* e a semântica de um pagamento SEPA. Está desenhado para ser compacto, legível e, portanto, fácil de implementar. O formato permite extensões usando atributos com o prefixo "X-".

Exemplo de conteúdo de um SPAYD e respetivo QR Code na Figura 2.1:

```
SPD*1.0*ACC:CZ13550000000000000222885*AM:250.00*CC:CZK*MSG:FOND CCK*X-VS:333
```



Figura 2.1: SPAYD armazenado num QR Code

2.2.5 Pagamentos via NFC

Near Field Communication (NFC) é usada maioritariamente para compras feitas em lojas físicas ou serviços de transportes. Um cliente, usando um telemóvel especial equipado com um *smartcard* aproxima o dispositivo de um módulo de leitura. A maioria das transações não requer autenticação, mas algumas fazem-nos através de PIN, antes de completar a transação. O pagamento pode ser deduzido duma conta pré-carregada ou debitada diretamente do saldo do telemóvel ou de uma conta bancária [Sma11].

Pagamentos móveis através de NFC enfrentam desafios significativos para uma rápida e abrangente adoção, devido à falta de infraestruturas de suporte, ao complexo ecossistema de intervenientes e standards. Apesar disso, alguns produtores de telemóveis e bancos estão entusiasmados com esta tecnologia emergente [vdc].

Os fornecedores de NFC no Japão estão intimamente ligados a redes de trânsito massivo, como por exemplo a Mobile Suica, utilizado na rede férrea JR East. O sistema Osaifu-Keitai, utilizado na Mobile Suica e em muitas outras aplicações, tornou-se o método standard para pagamentos no Japão.

Outros fornecedores, principalmente na Europa, usam pagamentos sem contacto através de telemóveis para estacionamento em parques ou na rua em áreas especialmente demarcadas. Os clientes beneficiam porque podem fazer o pagamento no conforto do seu carro com o seu telemóvel, à saída do estacionamento, e os operadores de estacionamento não são obrigados a investir em infraestruturas, novas ou existentes. Os responsáveis pelo estacionamento mantêm a ordem através da matrícula, *transponders* ou códigos de barras [par].

Alguns fornecedores usam uma combinação de NFC e código de barras no dispositivo para pagamento, tornando esta técnica mais atrativa nos pontos de venda porque muitos dispositivos móveis no mercado ainda não suportam NFC [cim].

2.3 Projetos

Segue-se a descrição de alguns projetos existentes, nomeadamente relativos a pagamentos móveis em Portugal. São também apresentados alguns projetos relacionados com bilhética móvel aplicada aos transportes, implementados noutros países.

2.3.1 MB Phone

Lançado em 1996 em Portugal, o MB Phone é um serviço inovador que permite efetuar no telemóvel algumas das operações que, habitualmente, se efetuam no Caixa Automático (normalmente conhecido por multibanco ou ATM). Estas operações têm a particularidade de poderem ser realizadas com ecrãs idênticos aos encontrados nos Caixa Automático, através de uma aplicação Java. Pode ainda utilizar-se o serviço através de serviços de voz ou SMS.

O serviço MB Phone está ativo 24 horas por dia, em Portugal ou em qualquer outro país, com o qual a operadora de telecomunicações tenha acordos de roaming.

Ao aliar a mobilidade à funcionalidade, este serviço vai ao encontro do consumidor final mas também dos bancos acionistas que apresentam um serviço que satisfaz as necessidades dos seus clientes. Este serviço está disponível nas operadoras TMN, Vodafone e Optimus e permite as seguintes operações: carregamentos de telemóveis (pré-pagos), pagamentos de serviços, consultas de saldos e movimentos bancários, consultas de NIB, pedidos de livros de cheques e transferência entre contas associadas [mbp].

A utilização do MB Phone pode ser feita de três maneiras distintas:

- Aplicação Java – Esta aplicação simula no seu telemóvel os menus de um Caixa Automático;
- Chamada telefónica – As instruções são dadas durante a chamada;
- SMS – A mensagem SMS é composta pelos seguintes campos [telecódigo] [cód. da operação] [n.º de seq. da conta] [outros].



Figura 2.2: Menu Principal da Aplicação MB Phone para Android

2.3.2 WalletPT

O WalletPT é uma solução portuguesa inovadora que permite fazer pagamentos em edifícios PT através do telemóvel. Este serviço baseia-se num saldo pré-pago, distinto do saldo de comunicações, que pode carregar-se na página *web* através de diversos meios de pagamento, nomeadamente cartão de crédito, PayPal, multibanco ou MB Phone. É este saldo que permite efetuar pagamentos nos vários comerciantes aderentes. Desta forma, é possível controlar eficazmente os gastos, podendo consultar-se todo o histórico de movimentos na página *web* ou os mais recentes através do telemóvel. Pode ser efetuada qualquer compra mesmo sem ter dinheiro na carteira. Para se utilizar o serviço é necessário um registo prévio e estão disponíveis quatro formas de pagamento:

- SMS

Enviar SMS grátis para o 5665 com "pagar" e será enviado uma mensagem SMS com um código para o telemóvel;

No ecrã do terminal de pagamento escolher SMS;

Inserir no terminal de pagamento o código recebido por SMS;

Selecionar o produto pretendido.

- USSD

No ecrã do terminal de pagamento escolher USSD;

Marcar, no telemóvel, o número indicado no ecrã (*#566*código*pin de segurança#);

Selecionar o produto pretendido.

- NFC

Abrir a aplicação WalletPT no telemóvel e inserir o PIN ou aceder à página *web* móvel;

No ecrã do terminal de pagamento escolher Proximidade/NFC;

Encostar o telemóvel ao terminal de pagamento;

Introduzir o PIN no telemóvel (apenas necessário se a opção de compras com PIN estiver ativada);

Selecionar o produto pretendido.

- QR Code

Abrir a aplicação WalletPT no telemóvel e inserir o PIN;

No ecrã do terminal de pagamento escolher Imagem/QR Code;

Apontar a câmara do telemóvel para o QR Code no terminal de pagamento;

Confirmar o pagamento no telemóvel;

Selecionar o produto pretendido.

O WalletPT oferece várias vantagens, nomeadamente rapidez, segurança (pagamentos protegidos com PIN de segurança e sem erros de trocos), controlo de gastos, facilidade de utilização e descontos especiais para pagamentos efetuados com o serviço [wal].

2.3.3 Vodafone m.Ticket

O serviço Vodafone m.Ticket powered by ZON Lusomundo (“Vodafone m.Ticket”) é um serviço disponibilizado pela Vodafone Portugal e ZON Lusomundo, que permite aos utilizadores a seleção, aquisição, pagamento e obtenção de bilhetes de cinema para as salas de cinema da ZON Lusomundo, através do telemóvel.

O utilizador poderá selecionar o filme, a sala de cinema, a sessão e o número de bilhetes que pretende adquirir através de uma aplicação ou site móvel e efetuar o pagamento do(s) bilhete(s) adquirido(s) através de cartão de crédito ou do sistema de pagamentos MB Phone. Os bilhetes “eletrónicos” são enviados por SMS para o telemóvel do cliente, sob a forma de código alfanumérico (bCode) ou similar e o utilizador valida o(s) bilhete(s) num leitor específico para o efeito (máquina de bCode), localizado na área de acesso às salas de cinema.

O Serviço Vodafone m.Ticket, na sua vertente de utilização no telemóvel, requer que o utilizador seja detentor de um telefone 3G com capacidade de ligação à Internet.

Os preços dos bilhetes adquiridos utilizando o Vodafone m.Ticket são ligeiramente inferiores aos praticados nas bilheteiras físicas existentes nos cinemas ZON Lusomundo [mti].

2.3.4 Transport for London

Em 2007, um ensaio de NFC para compra de bilhetes de transporte e pequenos pagamentos foi levado a cabo em Londres, o maior ensaio realizado até então. Uma colaboração que envolveu a autoridade de transportes da cidade Transport for London (TfL), a operadora móvel O2, a marca de telemóveis Nokia, o banco Barclays e a empresa de cartões Visa. O objetivo do ensaio era perceber a receptividade dos passageiros a possuírem os cartões, normalmente transportados na carteira, tal como o Oyster (o cartão de transportes no Reino Unido) e cartões de crédito, disponíveis num telemóvel Nokia 6131 equipado com NFC.

O ensaio foi um projeto de pesquisa e resposta por parte dos passageiros de grande escala, desenhado para perceber uma série de experiências proporcionadas ao passageiro pelo uso de NFC. Para a TfL era importante perceber como o uso de dispositivos móveis por parte dos passageiros poderia ser uma alternativa potencial aos cartões Oyster.

O projeto envolveu 500 clientes da O2, que receberam dispositivos Nokia com funcionalidades NFC. Eram utilizadas três aplicações NFC:

- O2 – Os participantes podiam usar o seu dispositivo para ganhar entradas no Blueroom, na O2 Arena (o bar exclusivo para clientes da O2 e convidados);
- Oyster – Os dispositivos do ensaio foram equipados com as funcionalidades Oyster, que permitiam ao participante usar o dispositivo em vez de um cartão Oyster, para carregar

títulos de viagem "*pay as you go*" ou títulos semanais ou mensais, e pagar pela viagem no metro, autocarros e comboios existentes na cidade. Cada participante recebeu £50 em crédito para gastar;

- Pagamentos Barclaycard – Os participantes receberam um saldo de £200 para gastar em pagamentos de baixo valor. Em adição aos pagamentos, os participantes poderiam usar o seu dispositivo para consultar o saldo atual e procurar os lojistas mais próximos que aceitavam pagamentos sem contacto. Esta aplicação foi fornecida através do esquema do cartão Visa, de acordo com os padrões para pagamentos sem contacto.

Os principais resultados da pesquisa foram que os participantes mantiveram níveis elevados de interesse e satisfação durante o ensaio e que os principais benefícios para o cliente eram conveniência, facilidade de uso e estatuto [NFC11]. Para além disso referiram que o facto de possuir funcionalidades Oyster seria um fator a ter em conta na compra de um novo telemóvel, e que seria menos propenso a esquecimentos do que um cartão de viagens.

De referir, por fim, que existem cerca de vinte mil dispositivos no metro e autocarros de Londres que suportam cartões Oyster e mais de seis milhões de cartões são usados numa base diária [dK09] [Mez08].

2.3.5 Touch&Travel

Touch&Travel é um projeto piloto de bilhética baseada em NFC, levado a cabo pela Deutsche Bahn, a autoridade alemã dos caminhos de ferro, e pelos parceiros Vodafone, Deutsche Telekom e O2 Germany, com apoio da indústria e companhias locais de transporte. O projeto cobre viagens de longa distância de comboio entre as cidades de Berlim, Colónia, Dusseldorf e Frankfurt, bem como alguns comboios regionais, o metro e elétrico de Berlim, e todos os meios de transporte (incluindo autocarros e *ferry*) da cidade de Potsdam. O projeto teve início em 2008 e em 2011 contava com cerca de três mil participantes a utilizar o serviço com frequência.

O objetivo principal deste projeto é testar a viabilidade técnica e a aceitação por parte dos utilizadores de um sistema de entrada/saída baseado em telemóveis com capacidades NFC. Durante o programa piloto, vários dispositivos com NFC das três operadoras foram introduzidos no mercado. As principais vantagens para os participantes do projeto são:

- Ganham um acesso simples e flexível aos sistemas de transporte de diversas cidades e regiões na Alemanha, independentemente do modo de transporte;
- Deixam de precisar de comprar bilhetes e ter conhecimento acerca das zonas.

Durante o programa piloto, as operadoras distribuíram telemóveis com NFC, equipados com a aplicação Touch&Travel, residindo a segurança no cartão SIM do telemóvel. O cliente teria de se registar através da Internet e depois disso estava pronto para viajar.

Para usar o sistema, o passageiro toca com o seu telemóvel na *tag* NFC na estação de partida. Esta *tag* contém informação relativa ao local. Essa informação é enviada pelo telemóvel, através da

rede móvel, para o servidor do sistema Touch&Travel, que devolve uma confirmação de entrada. Esta confirmação é armazenada no cartão SIM e pode ser acedida por um revisor autorizado com um dispositivo de controlo durante a viagem. No final da viagem, o passageiro necessita de dar saída do sistema, o que é feito através de um novo toque na *tag* NFC da estação de destino. Essa informação é novamente enviada ao servidor e, juntamente com os dados de entrada, é usada para calcular o preço da viagem.

Para a Deutsche Bahn, a maior vantagem é a instalação de um sistema de bilhética flexível e escalável, com baixos custos de infraestrutura [NFC11].

2.3.6 Rapid Transit

Em 2008, a empresa de soluções de pagamento sem contacto ViVOtech desenvolveu um ensaio de pagamento móvel através de NFC em São Francisco (Bay Area Rapid Transit). Em parceria com a Sprint, a First Data, a cadeia de restaurantes *fast-food* Jack in the Box, o projeto permitiu a centenas de passageiros viajar na rede apenas tocando com o seu dispositivo móvel com NFC nos portões de acesso às estações.

Este ensaio foi o primeiro nos Estados Unidos da América a combinar viagens baseadas em bilhetes móveis com pagamentos móveis em lojas associadas, permitindo aos utilizadores pagarem refeições nos restaurantes Jack in the Box. Para além disso, o ensaio incluía promoções em posters inteligentes que ajudavam os utilizadores a dirigirem-se à loja referenciada.

O ensaio foi um grande sucesso, com um número elevado de utilização por parte dos utilizadores, tanto no sistema de transportes como na cadeia de restaurantes [NFC11] [CLPS00].

2.3.7 Mobipay

Mobipay é um sistema espanhol que ativa os meios de pagamento existentes (crédito normal ou virtual, débito ou cartões pré-pagos) e que permite efetuar uma série de operações no telemóvel. Pode, por exemplo, ser usado para realizar compras na Internet, pagar um táxi, carregar um cartão pré-pago, viajar nos transportes públicos, transferir dinheiro para outra pessoa, etc.

Os utilizadores podem optar por associar o seu cartão de crédito ou débito Visa ou MasterCard à sua conta Mobipay e realizar os pagamentos diretamente do cartão ou então, em compras pequenas (menos de €6), podem deduzir diretamente do saldo do cartão SIM.

Mobipay surge numa parceria conjunta entre todas as operadoras móveis espanholas e 80% das instituições financeiras. O objetivo é lançar os serviços de comércio móvel em Espanha e transformar o dispositivo móvel num meio de pagamento seguro, flexível e intuitivo [Ori04].

2.3.8 ÖBB SMS-Ticket

O operador de caminhos de ferro austríaco, ÖBB, possui um serviço de bilhetes via SMS, que podem facilmente ser obtidos pelos seus passageiros através do telemóvel. O custo da operação é debitado diretamente do saldo do cartão SIM, caso seja um utilizador da operadora móvel A1, ou das contas bancárias associadas, no caso das outras operadoras móveis.

O utilizador envia uma SMS com a palavra ZUG e a seguinte lista de parâmetros (separados por espaço):

- Estação de partida;
- Estação de destino;
- Primeiro e último nome;
- Número de adultos (opcional);
- Número de crianças (opcional);
- Cartão VORTEILS (cartão que oferece vantagens, nomeadamente desconto no preço) (opcional);
- Classe (1^a ao 2^a) (opcional);
- Data da Viagem (opcional).

Recebe seguidamente uma SMS contendo o resumo da viagem e a indicação do preço. Para confirmar a compra basta responder à SMS.

Por fim, apenas alguns segundos depois, o utilizador recebe o bilhete via SMS e deverá mantê-la até ao final da viagem, como prova de validade [obb].

2.3.9 Mobill

A Mobill Scandinavia AB é uma empresa de software relacionada com comércio móvel, com base em Malmö, na Suécia. A Mobill apresenta cinco soluções diferentes para áreas distintas do comércio móvel; pagamentos, estacionamento, bilhetes, cupões e eventos [moba].

- *M-Payment* é uma aplicação altamente configurável que suporta um vasto leque de cenários onde bens e serviços são comprados utilizando um telemóvel. M-Payment inclui APIs para integração com máquinas de venda, páginas *web* e terminais de pontos de venda;
- *M-Parking* é a solução da Mobill para pagamentos fáceis de estacionamento através do telemóvel, com lembretes automáticos quando o tempo se aproxima do fim e a possibilidade de remotamente prolongar o período inicialmente selecionado. M-Parking é usado por mais de cinquenta empresas de parques automóveis na Suécia.
- *M-Ticket* permite aos clientes comprar bilhetes de transportes públicos (autocarro, elétrico, metro, comboio) através do telemóvel e recebê-los diretamente no dispositivo. Os bilhetes podem ser automaticamente digitalizados e validados usando a tecnologia Mcode da Mobill.
- *M-Gateway* permite aos vendedores enviar mensagens e cupões eletrónicos usando listas de clientes ou a API em tempo real. Os cupões podem integrar a tecnologia Mcode para automaticamente serem validados pelos dispositivos de leitura e assim obter resultados em tempo real.

- *M-Event* fornece bilhetes eletrónicos seguros que podem ser validados na entrada do evento. A tecnologia Mcode permite que os bilhetes sejam validados diretamente do ecrã do telemóvel do utilizador.

A tecnologia Mcode referida baseia-se num bloco compacto de caracteres para codificar o número identificativo do bilhete. É otimizado para caber no ecrã do telemóvel e facilitar uma leitura fiável. O sistema de produção usa um esquema de codificação que fornece uma base de códigos suficiente para uma utilização em larga escala, sem repetições. Um exemplo pode ser visto na Figura 2.3.

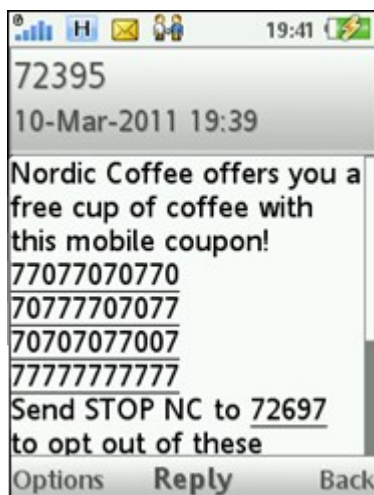


Figura 2.3: Mcode contendo um cupão

2.4 Resumo

O uso de telemóveis em sistemas de transporte público está a aumentar. Os operadores começaram por implementar funcionalidades básicas, como por exemplo o envio de mensagens SMS para consulta de informação, e agora começam a evoluir para processos mais complexos como a compra de títulos de viagem ou até o cálculo automático do preço baseado no percurso efetuado. Com a evolução dos telemóveis e a adição de tecnologias como NFC, adicionar as referidas funcionalidades torna-se mais fácil e viável. Os bilhetes podem ser comprados, descarregados e acedidos através do telemóvel e validados com um simples toque num leitor com tecnologia NFC, emitindo automaticamente uma confirmação. São já várias as redes de transporte a efetuar testes com sistemas de bilhética móvel, ou seja, deixando de parte os cartões físicos e passando todo o processo a ser realizado no dispositivo móvel.

Para além disso podem usar-se outras funcionalidades do telemóvel, como por exemplo o ecrã para visualização de bilhetes virtuais, o GPS para determinar a posição atual do passageiro, navegador *web*, câmara, som, etc., para fornecer serviços adicionais aos passageiros, melhorando a experiência de viagem dos passageiros. Partindo desta premissa, o modelo tradicional de serviços de transporte é melhorado com acesso a informação de trânsito e horários em tempo real,

possibilidade de consultar instantaneamente o saldo de viagens, planejar de forma interativa uma viagem, partilhar opiniões e trajetos com outros passageiros, entre outras possíveis funcionalidades [NGaFP11].

Os telemóveis possuem várias características que os tornam únicos e adequados para serem usados para pagamentos e proporcionarem serviços adicionais: estão ligados à rede constantemente, possuem interfaces de som e texto familiares e fáceis de usar, permitem um acesso a informação em qualquer altura em qualquer lugar, as aplicações são fáceis de descarregar e instalar.

Comparando os telemóveis com bilhetes magnéticos no contexto dos transportes públicos, os telemóveis permitem um acesso remoto e ubíquo a serviços de pagamento, eliminando assim a necessidade de esperar numa fila e a necessidade de pagar em dinheiro. Isto é especialmente importante em certas situações em que o passageiro não dispõe de muito tempo disponível antes de iniciar a sua viagem ou não possui dinheiro consigo para efetuar o pagamento [Mal07].

Um outro fator importante é o facto de ser menos provável perder o telemóvel do que um bilhete e vários estudos mostram que é menos provável as pessoas saírem de casa sem do telemóvel do que sem a carteira. Adicionalmente, bilhetes em papel acabam por se estragar com o uso intensivo e necessitam de ser substituídos com frequência, o que faz dos bilhetes móveis mais robustos e convenientes, para além de serem uma melhor solução a nível ambiental.

Os telemóveis possuem também vantagens em comparação com os cartões sem contacto. Ao contrário destes, o telemóvel pode suportar mais do que um título diferente de mais do que um operador de transportes, enquanto os cartões sem contacto, por norma, apenas permitem um tipo de bilhete, obrigando o passageiro a carregar consigo uma série de cartões diferentes. Isto faz com que, numa carteira com vários cartões, seja necessário retirar o cartão desejado antes de o apresentar à máquina de leitura. Caso contrário, provavelmente não será possível ler o cartão ou será validado um cartão que não o desejado. Em adição a isso, os passageiros podem gerir os seus cartões e bilhetes em qualquer altura em qualquer lugar. Por exemplo, as assinaturas mensais podem ser renovadas sem necessidade de esperar em filas [NFC11].

Por fim, com a gestão feita diretamente no telemóvel do passageiro, é possível aos operadores de transportes públicos interagir com os seus passageiros fazendo sugestões baseadas no perfil de utilização ou oferecer descontos especiais ou pontos de lealdade [FCN⁺12].

Revisão Bibliográfica

Capítulo 3

Sistema Andante

Neste capítulo é detalhado o sistema Andante, utilizado nos transportes públicos de passageiros da Área Metropolitana do Porto, permitindo contextualizar os conceitos e modalidades utilizados na aplicação.

O sistema existente na Área Metropolitana do Porto é um sistema aberto, sem barreiras, com suporte em cartões baseados em RFID.

O Andante é um título que permite viajar em diversos transportes públicos, de diferentes operadores, sendo o preço calculado com base no trajeto a efetuar e não no modo de transporte utilizado ou o número de embarques realizados.

Os operadores aderentes ao sistema Andante são: Metro do Porto, STCP - Sociedade de Transportes Coletivos do Porto, CP - Comboios de Portugal, Resende, Espírito Santo, Maia Transportes, Valpi, Gondomarense, MGC Transportes, Nogueira da Costa e Auto-Viação Pacense.

3.1 Modalidades

Os títulos Andante dividem-se em dois grandes grupos: Ocasionais e Assinaturas.

3.1.1 Ocasionais

Os títulos ocasionais estão disponíveis em duas alternativas: Título de Viagem e Andante 24. Tanto uma como outra utilizam o cartão azul, em papel, que não é personalizado e como tal permite a utilização por mais do que uma pessoa, desde que não seja em simultâneo. Este cartão permite armazenar diferentes tipologias de títulos mas apenas pode ser utilizado o que tiver sido comprado mais recentemente.

3.1.1.1 Título de Viagem

Permite viajar durante um determinado período de tempo consoante o número de zonas compradas (Z2 – 2 anéis de zonas; Z3 – 3 anéis de zonas; e assim sucessivamente).

O mínimo de tempo que um título de viagem permite andar é de 1 hora. Este tempo de viagem aumenta à medida que cresce o número de zonas carregadas.

3.1.1.2 Andante 24

O funcionamento do Andante 24 é semelhante ao título de viagem, com a diferença de independentemente do número de zonas carregadas, permitir viajar durante as vinte e quatro horas seguintes à primeira validação.

3.1.1.3 Andante Tour

Título de transporte vocacionado para o segmento de turistas, confere acesso a toda a rede Andante permitindo um número ilimitado de viagens durante 24 horas (Andante Tour 1) ou 72 horas (Andante Tour 3) consecutivas após a primeira validação.

O cartão Andante Tour não é recarregável.

3.1.2 Assinaturas

As assinaturas permitem ao utilizador viajar dentro das zonas previamente selecionadas durante o período equivalente ao mês de calendário. Ao contrário dos títulos ocasionais, é necessário especificar quais as zonas pretendidas e a assinatura é apenas válida nessas zonas. O cartão da assinatura é o dourado, em plástico, e para além de fotografia inclui também o nome do utilizador, tornando-o de uso pessoal e intransmissível.

As assinaturas têm tarifas especiais para jovens, estudantes, reformados, pensionistas, seniores e beneficiários de ação social.

3.2 Zonamento

A rede de transportes públicos da Área Metropolitana do Porto está dividida por zonas. Cada zona é constituída por uma letra e um número. As zonas estão agrupadas em três grandes grupos (Norte, Centro e Sul) e a inicial desse grupo serve para identificar a zona (N, C, S). Dentro de cada grupo as zonas são depois numeradas sequencialmente. Pode ver-se na Figura 3.1 o zonamento Andante.

Este mapa é especialmente importante para perceber o número de zonas a carregar num título ocasional. Por exemplo, com um título Z2, entrando na zona C1 (centro do Porto), é possível viajar dentro dessa zona e em todas as que lhe sejam adjacentes (C2, C6 e S8). Por outro lado, usando um título Z3, pode viajar-se também até ao segundo anel de adjacência (C3, C5, C7, C8, C9, S1, S2, S7, S9). Ver Figura 3.2.

3.3 Resumo e Conclusões

O sistema Andante traz aos transportes públicos da Área Metropolitana do Porto a comodidade e rapidez de utilizar apenas um só método de bilhética, permitindo aos operadores ter um sistema standard e familiar para o utilizador.

No entanto, muitas vezes os utilizadores ocasionais (turistas, por exemplo) têm alguma dificuldade em perceber o funcionamento do sistema Andante devido à sua complexidade, nomeadamente ao cálculo de zonas necessárias para efetuar determinada viagem. Uma viagem poderá necessitar de número de zonas diferentes consoante o sentido em que é feita devido ao facto de os percursos de ida e volta nem sempre coincidirem.

Sistema Andante

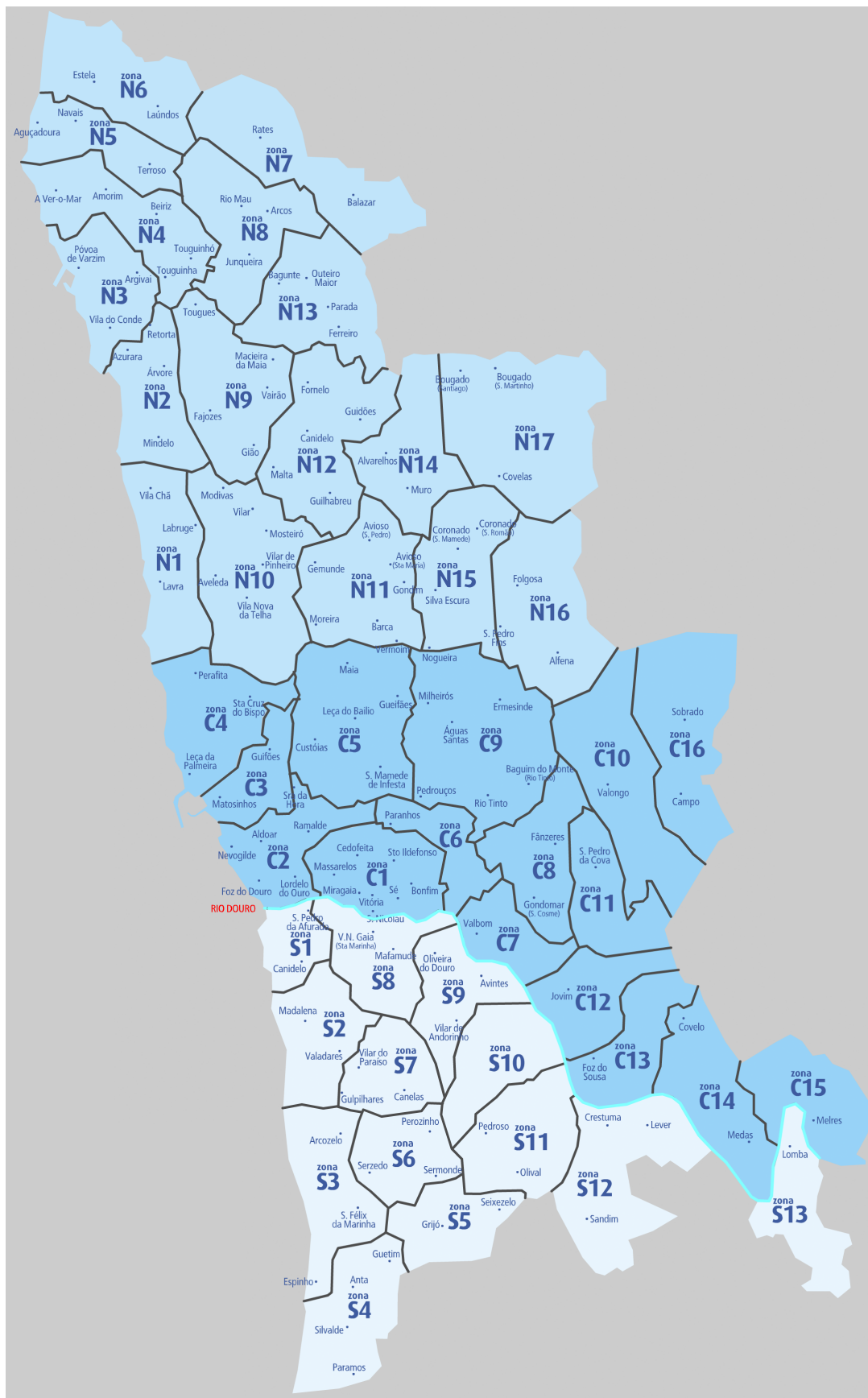


Figura 3.1: Zonamento Andante

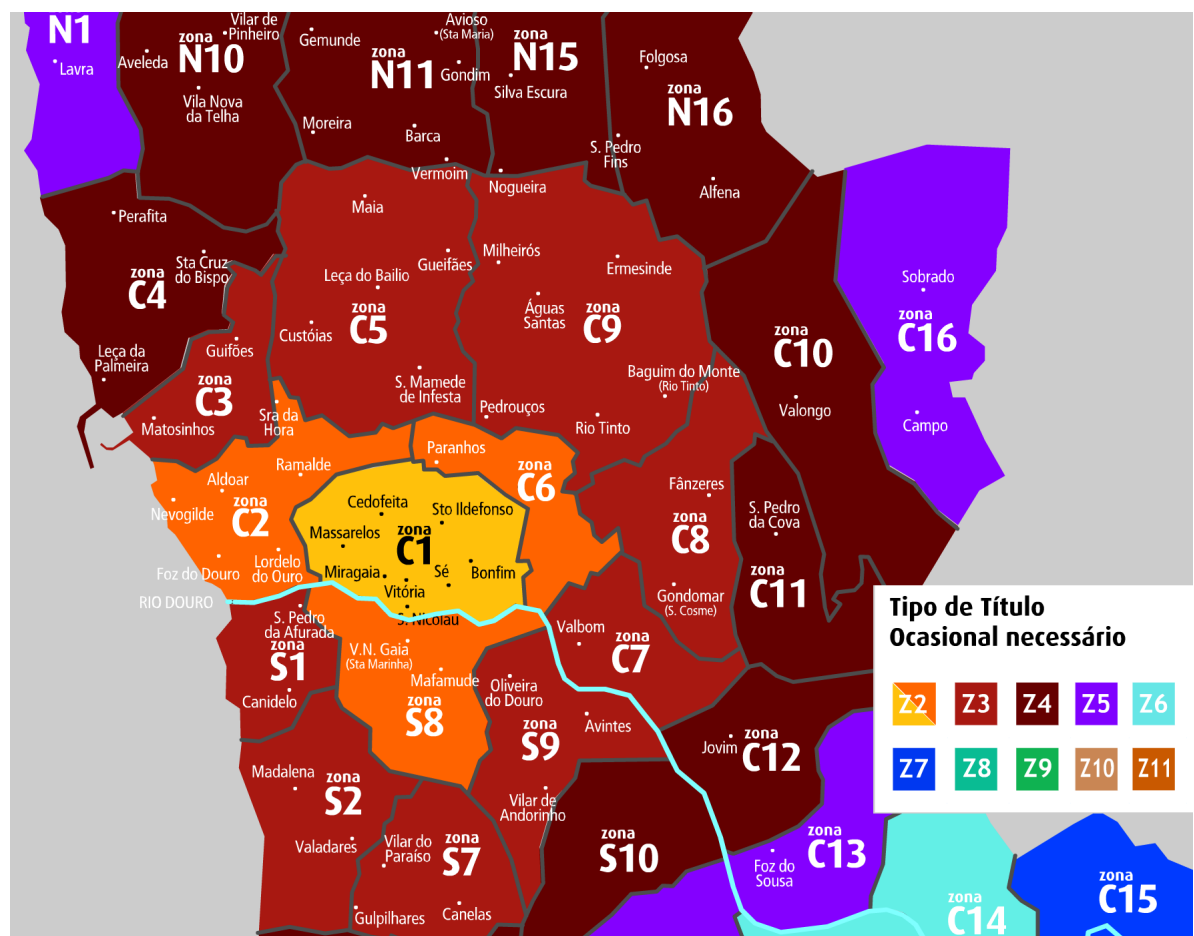


Figura 3.2: Cálculo de número de zonas Andante [cal]

Capítulo 4

Sistema de Bilhética Móvel para Transportes Públicos no Porto

O objetivo deste projeto é remover a necessidade de um elemento físico (cartão) nos pagamentos e validações em transportes públicos na Área Metropolitana do Porto, com a implementação de um sistema de pagamento e validação remoto via Internet, utilizando dispositivos móveis com o sistema operativo Android. Para além disso pretende-se recolher informação relativa às infraestruturas mais utilizadas neste âmbito, estudar as principais funcionalidades e operações existentes para implementação na aplicação e desenvolver soluções apropriadas para os problemas existentes.

Optou-se por um sistema baseado em redes sem fios pela facilidade de implementação, o facto de não ser necessária qualquer infraestrutura física (como seria no caso do NFC) e por se apresentar como uma solução segura e fiável. Como referido anteriormente, os sistemas baseados em SMS não são encriptados e não há garantias de entrega dos conteúdos, pelo que essa opção foi prontamente excluída das possíveis alternativas.

4.1 Introdução

O modelo de utilização baseia-se no sistema atual, com algumas alterações:

- Carregamento de saldo feito através de pré-carregamento de uma carteira, através de diversas modalidades de pagamento (MB Phone, PayPal, cartão de crédito/débito, etc.);
- Compra de títulos de viagem com o saldo disponível na carteira virtual, e posterior ativação dos títulos aquando da entrada no veículo (localização via GPS ou ativação manual por parte do passageiro). Sempre que houver transbordo, o passageiro deve validar novamente o título;

- Revisão feita pelo agente autorizado tendo em conta o ecrã de verificação gerado no dispositivo do utilizador, contendo informação pertinente tal como o histórico de validações, contendo data/hora, paragem de entrada e linha de entrada, a descrição do título em uso, número sequencial e símbolos de controlo.

Este modelo de pagamento e utilização requer um Sistema de Informação complexo e com necessidade de sincronismo e registo de operações em tempo real, sem ocorrência de falhas. É necessário criar também um compromisso entre segurança e conveniência/usabilidade.

Atualmente são vários os métodos de pagamento disponíveis no mercado, desde o bilhete tradicional em papel ao sistema Andante, baseado em RFID. No entanto, há ainda uma oportunidade por explorar. Tendo em conta que o telemóvel é cada vez mais um objeto indispensável no dia-a-dia dos seres humanos, tirar partido das suas funcionalidades para viajar em transportes públicos é uma solução bastante conveniente para os utilizadores.

Como principais requisitos funcionais, este sistema dispõe de funcionalidades de carregamento da carteira virtual, compra e validação (entrada e saída (opcional)) de títulos de viagem, verificação da validade por parte do revisor; sendo estas as necessidades de um sistema tradicional de transportes públicos [But09].

Pretende-se que o projeto permita, numa fase posterior, uma integração com a aplicação MOVE-ME já existente no mercado, servindo como uma implementação de funcionalidades extra da mesma e também que seja possível por parte do administrador, a recolha, processamento e análise de informações relativas às viagens dos utilizadores.

4.2 Arquitetura

O sistema é composto por três componentes fundamentais. A componente servidor (*Server*) que pode ser considerado o centro do sistema, uma vez que é este que disponibiliza os vários serviços, com a qual as outras componentes interagem remotamente. A componente cliente (*Client*), a qual permite ao passageiro interagir diretamente com os serviços disponibilizados. Finalmente, a componente revisor (*Conductor*), a qual permite aos revisores fiscalizar os passageiros que usam este sistema. De referir que, nesta fase, estas duas últimas componentes estão integradas na mesma aplicação, no telemóvel do passageiro, removendo a necessidade de os revisores andarem equipados com dispositivos apropriados.

Esta arquitetura segue a típica arquitetura cliente/servidor.

4.2.1 Cliente (Client)

Esta componente é a interface que permitirá aos utilizadores desta plataforma interagir com a mesma. Essa interação será conseguida através do uso de um telemóvel com sistema operativo Android para aceder à aplicação. As principais capacidades desta componente são:

- Compra de títulos por zonas, permitindo a compra de mais do que um título;

- Capacidade de armazenamento de títulos de viagem para uso posterior, sendo que os títulos podem ser de diferentes tipologias (diferente número de zonas, diferente modalidade);
- Validação de um título de viagem, escolhendo o título desejado para utilização, sendo feita a comunicação com o servidor e recebendo a confirmação do mesmo;
- Visualização do saldo da carteira virtual e dos títulos adquiridos;
- Visualização do histórico de operações da carteira virtual;
- Visualização do histórico de validações de títulos.

4.2.2 Revisor (Conductor)

Esta componente é a que permite aos revisores visualizarem a validade dos títulos de viagem em utilização pelos passageiros. Consiste num módulo da aplicação no telemóvel do passageiro que exibe informação detalhada relativa ao título de viagem ativo.

4.2.3 Servidor (Server)

Esta componente irá disponibilizar serviços para os outros componentes da arquitetura. O funcionamento correto desta componente será assegurado por três subcomponentes:

- Base de dados – Toda a informação que seja necessária guardar será guardada numa base de dados, acessível apenas localmente;
- Página *web* – Esta subcomponente proporcionará um painel de controlo para que o responsável pela administração da plataforma possa gerir todos os aspetos do sistema e ao mesmo tempo será também uma interface que lhe permitirá seguir o progresso dos passageiros;
- Serviço *web* – A maioria da lógica do sistema será processada por esta componente e funcionará como intermediário entre a componente cliente/revisor e a base de dados central.

4.3 Tecnologias

4.3.1 Android

A escolha relativa ao sistema operativo recaiu sobre o Android por ser a plataforma móvel mais popular no mundo [jor] [com]. Com um dispositivo Android, os utilizadores podem usar todos os serviços Google a que estão habituados, para além de mais de 600 mil aplicações e jogos disponíveis na loja virtual Google Play, sendo que muitas das aplicações são gratuitas. Para além disso, é possível obter milhões de músicas e livros e também milhares de filmes. Os dispositivos Android são melhorados constantemente com lançamentos de atualizações e novas funcionalidades com bastante frequência. Proporcionam também aos utilizadores uma experiência única e personalização de conteúdos.

Uma mais valia é o facto de a aplicação MOVE-ME se encontrar também desenvolvida para este sistema operativo, sendo assim mais fácil a integração.

A versão base escolhida será 2.2 (Froyo), pois mais de 98% dos dispositivos possuem esta versão ou superior e ela oferece as funcionalidades necessárias. Ver Tabela 4.1.

Tabela 4.1: Distribuição de dispositivos ativos por versão do sistema operativo Android (8 de julho de 2013)[[das](#)]

Versão	Nome de Código	API	Distribuição
1.6	Donut	4	0.1%
2.1	Eclair	7	1.4%
2.2	Froyo	8	3.1%
2.3.3-2.3.7	Gingerbread	10	34.1%
3.2	Honeycomb	13	0.1%
4.0.3-4.0.4	Ice Cream Sandwich	15	23.3%
4.1.x	Jelly Bean	16	32.3%
4.2.x		17	5.6%

4.3.2 SQLite

Para a base de dados de suporte, a utilizar pela aplicação no telemóvel do passageiro, foi escolhida a tecnologia SQLite que é uma biblioteca que implementa um motor de base de dados SQL auto-contido, sem servidor e sem configuração. O código da biblioteca é público e, portanto, gratuito para qualquer uso, comercial ou privado. SQLite é atualmente usado em milhares de aplicações, incluindo projetos de elevada complexidade.

O que difere o motor SQLite de outras implementações SQL é o facto de não necessitar de um processo externo de servidor. A leitura e escrita é feita diretamente para ficheiros no disco. Uma base de dados SQL completa, com múltiplas tabelas, índices, gatilhos, vistas, etc. é contida num único ficheiro local. O formato da base de dados é multi-plataforma, permitindo transmissão de ficheiros entre sistemas 32-bit e 64-bit, ou entre sistemas com outras arquiteturas.

SQLite é uma biblioteca compacta, mesmo com todas as funcionalidades ativas, a biblioteca ocupa menos de 350kB. Para além disso pode ser corrida em ambientes com pouca memória, tornando-a a escolha ideal para dispositivos móveis. Obviamente, existe um balanço entre utilização de memória e velocidade, embora a performance seja normalmente bastante boa mesmo em ambientes com pouca memória [[sql](#)].

4.3.3 Microsoft .NET Framework 3.5

O .NET Framework é o modelo de programação abrangente e consistente da Microsoft para criar aplicações que têm experiências de utilizador agradáveis, comunicações totalmente integradas e seguras e a capacidade de modelar um intervalo de processos de negócio.

Inclui uma larga biblioteca e proporciona interoperabilidade de linguagens entre várias linguagens

de programação. Os programas desenvolvidos para a .NET Framework são executados num ambiente de software, conhecido como *Common Language Runtime* (CLR), uma máquina virtual de aplicações que oferece serviços tais como segurança, gestão de memória, tratamento de exceções. A biblioteca base oferece interface com utilizador, acesso a dados, ligação a bases de dados, criptografia, desenvolvimento de aplicações *web*, algoritmos numéricos, comunicação em rede, etc.

4.3.4 Oracle Database XE

A base de dados do servidor assentará sobre a tecnologia Oracle XE (eXpress Edition) por ser bastante poderosa (apesar de algumas limitações) e muito utilizada a nível mundial, dispondo de licença gratuita e gozar de uma comunidade dedicada, bem como de documentação altamente informativa, através das quais é relativamente fácil aprender e obter soluções para eventuais problemas que possam surgir.

4.4 Resumo e Conclusões

Com este projeto pretende-se proporcionar aos operadores de transportes públicos da Área Metropolitana do Porto um novo serviço, que lhes trará valor e fará aumentar a satisfação dos seus utilizadores. Para além disso, permitir-lhes-á aceder a informação estatística sobre os padrões de utilização dos passageiros e assim fazer possíveis alterações de modo a melhorar o funcionamento da rede.

Por outro lado, irá permitir reduzir custos de manutenção, nomeadamente na emissão de cartões, na manutenção das máquinas de venda automática, que passam a ter uma afluência menor e consequentemente um menor desgaste; e sem quaisquer custos de implementação visto que não há necessidade de infraestruturas adicionais às já existentes.

Para o cliente será uma melhoria a nível de comodidade e facilidade de execução das operações que, em muitos casos, são realizadas diariamente. Para além disso, poderá fazê-lo em qualquer altura e em qualquer lugar, não necessitando de se deslocar às máquinas de venda automática ou aos pontos de atendimento.

Capítulo 5

Implementação

Neste capítulo é especificado de forma detalhada o desenvolvimento e implementação do protótipo desenvolvido, bem como as suas principais características. Pretende-se apresentar as várias fases de desenvolvimento e, em cada uma delas, o trabalho realizado e as conclusões retiradas tendo em vista uma melhoria constante do produto final.

5.1 Especificação de Requisitos

Para desenvolver uma aplicação que se adequasse às necessidades reais dos utilizadores e das entidades envolvidas, foi necessário analisar o sistema de bilhética atual e perceber quais as ações fundamentais para uma implementação eficaz. Para além disso, foi também necessário avaliar quais as principais funcionalidades que trariam valor ao serem implementadas e que tirariam o máximo proveito das capacidades dos dispositivos móveis. Em anexo encontra-se a especificação detalhada dos requisitos funcionais. Ver Anexo [A](#).

5.1.1 Requisitos Funcionais

Começando pelos requisitos relacionados com a utilização de autenticação de utilizadores, salvaguardando assim os dados pessoais e permitindo a segurança das operações efetuadas, definiram-se como requisitos funcionais os seguintes:

- O sistema deve permitir o registo de um novo utilizador;
- O sistema deve permitir a autenticação de um utilizador já registado;
- O sistema deve permitir a um utilizador autenticado alterar os seus dados pessoais;
- O sistema deve permitir a um utilizador autenticado terminar a sessão ativa.

Os requisitos funcionais relacionados com o funcionamento de um sistema de bilhética são os seguintes:

Implementação

- O sistema deve permitir a compra de títulos por utilizadores autenticados;
- O sistema deve utilizar os fornecedores de localização do dispositivo móvel para identificar a paragem onde o utilizador autenticado se encontra;
- O sistema deve permitir ao utilizador autenticado a escolha manual da paragem de entrada;
- O sistema deve listar as linhas e respetivos sentidos que passam na paragem selecionada pelo utilizador autenticado;
- O sistema deve permitir ao utilizador autenticado escolher o título a validar, apresentando todos os títulos disponíveis que se adequem à paragem e linha selecionadas;
- O sistema deve permitir ao utilizador autenticado efetuar a validação do título escolhido, apresentando a paragem limite até à qual pode viajar;
- O sistema deve permitir a mudança de linha (transbordo), quando existir um título válido;
- O sistema deve permitir a confirmação da validade do título em utilização, por parte do revisor.

Por fim, os requisitos funcionais relacionados com a visualização de informação por parte do utilizador:

- O sistema deve permitir a consulta do estado atual do título validado;
- O sistema deve permitir o acesso ao histórico de operações efetuadas pelo utilizador autenticado;
- O sistema deve permitir o acesso ao histórico de validações realizadas pelo utilizador autenticado;
- O sistema deve permitir a consulta do saldo de títulos disponíveis;
- O sistema deve permitir a consulta de saldo da carteira virtual.

5.1.2 Requisitos Não Funcionais

Para além dos requisitos acima especificados, foram também delineadas algumas características que a aplicação deve conter:

- Comunicação - É necessário uma ligação à rede com um acesso estável e com uma largura de banda mínima, que permita a plena utilização de todas as funcionalidades disponíveis;
- Latência - Uma normal utilização do sistema requer inúmeros acessos simultâneos à aplicação e, consequentemente, à sua base de dados. Logo, é fulcral que a aplicação esteja estruturada para que a informação seja acedida e apresentada em tempos de resposta mínimos, de modo a que o utilizador veja satisfeitos os seus propósitos de manipulação de informação;

- **Integridade** - O sistema deverá garantir a integridade dos dados submetidos;
- **Manutenção** - O sistema deverá permitir uma fácil manutenção e adição de novas funcionalidades;
- **Controlo de Acessos** - O sistema deve estar devidamente protegido para que não haja a possibilidade de acessos indevidos a dados confidenciais dos utilizadores.
- **Usabilidade** - Pretende-se que a interface da aplicação seja intuitiva e de fácil utilização, para que o utilizador não perca muito tempo no processo de aprendizagem do manuseamento da mesma. É importante também que o número de cliques para execução das ações seja o menor possível, reduzindo assim o tempo de execução. O sistema deverá, também, oferecer mensagens de erro claras e ajuda contextual;
- **Compatibilidade** - O sistema deverá funcionar perfeitamente em dispositivos Android com versão 2.2 (API 8) ou superior. Para além disso, o sistema deverá ter uma integração coerente com a aplicação MOVE-ME.

5.2 Principais Casos de Uso

5.2.1 Compra

O primeiro passo a realizar, tal como acontece hoje em dia, é a compra de títulos de viagem. Esta compra pode ser feita de forma simples, selecionando a modalidade desejada, configurando-a (número de zonas e quantidade no caso dos títulos Ocasionais e Andante 24; escolha de zonas no caso da Assinatura) e finalizando a compra após confirmação dos detalhes.

Os preços utilizados são exatamente os mesmos em vigor nos postos de venda tradicionais e, tal como acontece atualmente, na compra de 10 títulos ocasionais ou Andante 24, é oferecido um título extra com a mesma tipologia.

Baseado no sistema Andante, a assinatura pode ser comprada desde o dia 16 do mês anterior até ao dia 15 do mês corrente. Como tal, caso o utilizador não compre a assinatura até ao dia 15, terá de viajar o resto do mês com títulos ocasionais. Apenas poderá comprar a assinatura para o mês seguinte, tal como acontece nos postos de venda tradicionais.

Para além de ser apresentado o saldo atual da carteira virtual, o utilizador consegue facilmente visualizar quais os títulos que tem disponíveis e saber assim se tem ou não necessidade de comprar um novo título.

5.2.2 Validação

Para poder viajar nos veículos de transportes públicos, o utilizador deve proceder à validação de um dos títulos disponíveis. Para tal deve, de antemão, garantir que possui o título necessário para a viagem que vai realizar.

Antes de realizar a validação do título é necessário selecionar a paragem e linha de entrada. A

aplicação tenta, de forma automática, calcular a posição do utilizador através do sinal GPS e/ou triangulação por redes móveis e apresentar as paragens encontradas num raio de 80 metros, permitindo assim uma margem de erro de cálculo. No entanto, caso não seja possível calcular a posição atual do utilizador ou esta seja errada, é possível uma introdução manual da paragem, escolhendo o operador, a linha e finalmente a paragem.

Após a escolha da paragem são listadas todas as linhas que nela param, permitindo ao utilizador escolher aquela onde vai entrar. Após seleção da paragem, linha e título é apresentada a paragem limite até onde o utilizador pode viajar, funcionalidade que não existe atualmente e considerada bastante útil.

Concluído o processo de validação, o utilizador pode viajar normalmente no veículo e será criada uma notificação no telemóvel que lhe indica o tempo restante e o título em uso. Para além disso, essa notificação permite aceder ao menu de fiscalização, caso solicitado pelo revisor.

5.2.3 Consulta

É importante também aceder ao estado atual da carteira de títulos e da carteira virtual. Muitas vezes os utilizadores deparam-se com o problema de estarem em casa e não saberem se têm títulos carregados para poder efetuar uma viagem, tendo de se deslocarem a um posto de venda para efetuar essa verificação. Isso muitas vezes implica a perda do veículo desejado ou alterações no planeamento diário.

A aplicação permite ao utilizador consultar em qualquer altura quais os títulos que tem disponíveis, bem como as operações que efetuou (carregamentos, compras, etc.). Para além disso permite-lhe ainda visualizar o histórico de validações efetuadas, separando os títulos ocasionais da assinatura, porque normalmente existe uma discrepância no número de validações dum tipo e doutro, sendo mais fácil a visualização em separado.

5.3 Arquitetura

A aplicação baseia-se numa arquitetura Servidor-Cliente tradicional, com utilização de uma base de dados de suporte local, mas que serve apenas para acelerar alguns processos, sendo sempre necessário comunicar ao servidor quaisquer alterações que sejam feitas.

A aplicação comunica com o servidor através de ligação à Internet, utilizando serviços *web* com API própria. Alguns dos serviços em utilização são os mesmos que se encontram na aplicação MOVE-ME, pois fornecem informação pertinente para ambas as aplicações e também tendo em foco uma futura integração das duas. Ver Figura 5.1.

5.4 Modelo Concetual

Antes de desenvolver a aplicação é necessário ter presentes os conceitos envolvidos na mesma e a relação existente entre eles. A Figura 5.2 apresenta o modelo concetual que serve de base à

Implementação

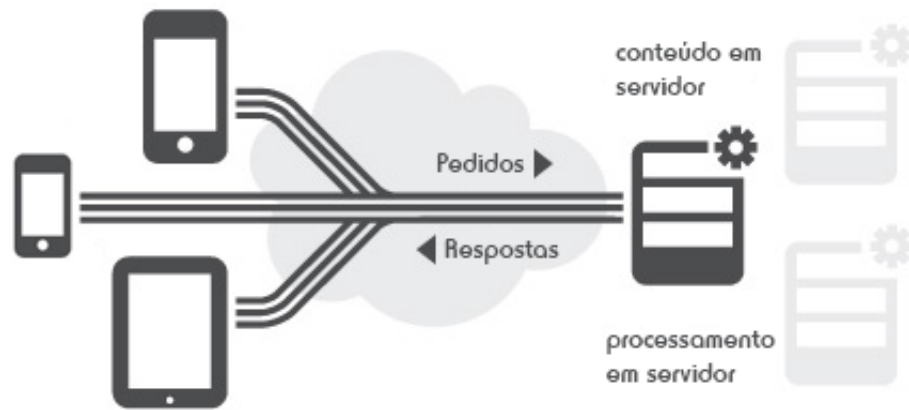


Figura 5.1: Arquitetura Servidor-Cliente

aplicação móvel, permitindo visualizar a multiplicidade das relações existentes entre classes, bem como os atributos específicos de cada classe.

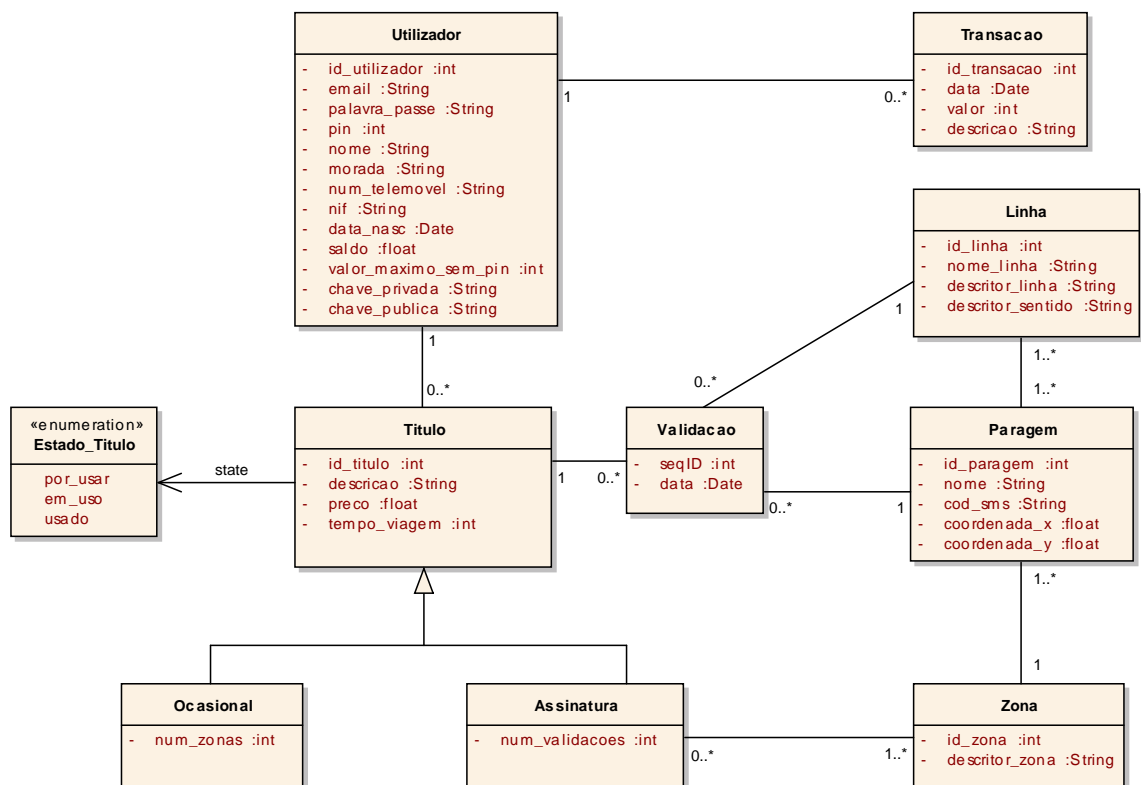


Figura 5.2: Modelo Conceitual

5.4.1 Utilizador

Sendo uma aplicação de uso personalizado, é necessário associar toda a informação a um determinado utilizador. Para além dos dados pessoais do utilizador (nome, morada, número de telemóvel, Número de Identificação Fiscal e data de nascimento), são também armazenados os dados de autenticação (endereço de correio eletrónico, palavra-passe e PIN numérico) e dados relacionados com a aplicação (saldo atual do utilizador e chaves de encriptação - pública e privada). O elemento que garante a unicidade do utilizador é o endereço de correio eletrónico, pelo que após o registo, o utilizador não o poderá alterar. Por se tratar de um número único e invariável, também o Número de Identificação Fiscal não pode ser alterado através da aplicação, servindo para confirmação de identidade caso seja solicitado por parte do revisor.

5.4.2 Título

Os títulos são a componente central da aplicação, sendo que é através deles que se processam as principais funcionalidades da aplicação. Apesar de poder ser de diferentes tipos (Ocasional, Andante 24 e Assinatura Mensal), os diversos títulos possuem características em comum: descrição, preço e tempo de viagem. Para além disso, cada título tem associado a si um determinado estado (Por Usar, Em Uso ou Usado) e um conjunto de validações.

5.4.2.1 Ocasional

Em termos conceituais, o conceito ocasional engloba tanto os títulos de viagem como os títulos Andante 24, por se basearem no mesmo princípio: uso limitado durante um determinado período de tempo e pelo número de zonas estipulado na tipologia do título. A única diferença prende-se com o facto de num título ocasional o tempo de viagem ser calculado em função da tipologia enquanto que num título Andante 24 é sempre de vinte e quatro horas.

Para além dos atributos herdados, é também necessário saber o número de zonas permitidas durante a utilização do título.

5.4.2.2 Assinatura

A assinatura é o modelo mensal, com número ilimitado de utilizações dentro do mês estipulado e nas zonas previamente selecionadas. Para além disso, a assinatura é de uso pessoal e intransmissível.

Para disponibilizar alguma informação extra ao utilizador, é também guardado o número de validações. Pode ser utilizado, no futuro, para aconselhar o utilizador a utilizar títulos ocasionais caso o número de validações seja baixo, por exemplo.

5.4.3 Validação

Uma validação é o conceito que relaciona a utilização de um determinado título a uma paragem e linha, registando a data e hora, tendo associado um número sequencial único que serve para controlo por parte do revisor.

5.4.4 Paragem

Paragem é a localização física onde os veículos de determinadas linhas efetuam paragem, permitindo a entrada e saída de passageiros. Sendo uma das funcionalidades da aplicação, a apresentação das paragens mais próximas da localização do utilizador, é necessário saber as coordenadas de cada paragem, bem como a informação que a identifica unicamente.

5.4.5 Linha

Linha corresponde ao trajeto efetuado pelos veículos e que é constituído por diversas paragens. Para além de identificar unicamente cada linha é necessário distinguir também o sentido do trajeto, pois, em muitos casos, o percurso efetuado (e respetivas paragens) difere no sentido de ida e de volta.

5.4.6 Zona

Partindo da designação de zona do sistema Andante, é o conceito que permite ao utilizador identificar a tipologia do título a adquirir para determinada viagem. Cada paragem tem uma zona associada.

5.4.7 Transação

Uma transação é uma operação efetuada na aplicação que envolva movimentos monetários. Isto envolve tanto o carregamento da carteira virtual, como a compra de títulos. Este conceito é fundamental para permitir ao utilizador visualizar o histórico de operações efetuadas na aplicação.

5.5 API

A API utilizada na aplicação pode ser dividida em dois grupos: um especificamente desenvolvido para a aplicação e outro que é constituído por serviços que já são utilizados pela aplicação MOVE-ME. Para uma descrição detalhada da API ver Anexo [B](#).

5.5.1 API Comum

5.5.1.1 GetAllLinesPathsByStop

Este serviço permite obter a listagem de linhas e respetivos trajetos que passam numa determinada paragem. Uma linha pode ter um ou mais trajetos. É utilizado quando o utilizador escolhe a paragem de entrada.

5.5.1.2 GetAllNearStops

Este serviço permite obter a listagem de paragens encontradas num determinado raio centrado nas coordenadas especificadas. É utilizado para obter as paragens mais próximas da localização atual do utilizador, quando este inicia o processo de validação.

5.5.1.3 LoadStopsByWord

Este serviço permite obter a listagem de paragens que contenham determinada palavra no nome ou no código SMS. É utilizado quando o utilizador seleciona manualmente a paragem de entrada.

5.5.1.4 GetAllProvidersName

Este serviço permite obter a listagem completa de operadores de transportes públicos que operam no sistema Andante. É utilizado quando o utilizador seleciona manualmente a paragem de entrada.

5.5.1.5 GetAllLinesByProvider

Este serviço permite obter a listagem completa de linhas que um determinado operador tem. É utilizado quando o utilizador seleciona manualmente a paragem de entrada.

5.5.1.6 GetAllStopsByLine

Este serviço permite obter a listagem completa de paragens que constituem determinada linha (em todos os trajetos da linha). É utilizado quando o utilizador seleciona manualmente a paragem de entrada.

5.5.2 API Específica

5.5.2.1 login

Este serviço permite verificar os dados de login introduzidos e confirmar/rejeitar a autenticação do utilizador. É utilizado quando o utilizador se autentica na aplicação quando esta não tem nenhuma conta ativa.

5.5.2.2 newUser

Este serviço permite criar um novo utilizador, verificando a existência do email, o elemento único identificativo. É utilizado quando o utilizador se regista na aplicação.

5.5.2.3 addTicket

Este serviço permite adicionar títulos ocasionais à conta de um determinado utilizador. É utilizado quando o utilizador compra títulos ocasionais.

5.5.2.4 addSignature

Este serviço permite adicionar uma assinatura mensal à conta de um determinado utilizador. É utilizado quando o utilizador compra assinatura mensal.

5.5.2.5 addMoneyUser

Este serviço permite adicionar saldo à carteira virtual. É utilizado quando a conta é carregada.

5.5.2.6 editUser

Este serviço permite editar os dados pessoais do utilizador. É utilizado quando o utilizador altera os seus dados pessoais nas definições da aplicação.

5.5.2.7 validate

Este serviço permite validar um título da carteira de títulos. É utilizado após a seleção da paragem de entrada, da linha e trajeto e do título a validar.

5.5.2.8 getPrices

Este serviço permite obter a listagem de preços das várias modalidades do sistema Andante. É utilizado quando o utilizador procede à compra de títulos.

5.5.2.9 getUser

Este serviço permite obter a informação pessoal de um determinado utilizador. É utilizado quando o utilizador pretende alterar os seus dados pessoais.

5.5.2.10 getTickets

Este serviço permite obter a listagem de títulos disponíveis de um determinado utilizador. É utilizado quando o utilizador pretende proceder a uma validação, ver o saldo atual de títulos ou proceder à compra dos mesmos.

5.5.2.11 getAccountMovements

Este serviço permite obter as transações efetuadas por um determinado utilizador. É utilizado quando o utilizador pretende consultar o histórico de operações realizadas na sua conta.

5.5.2.12 getAccountValidations

Este serviço permite obter a listagem de validações de um determinado utilizador. É utilizado quando o utilizador pretende consultar o histórico de validações da sua assinatura ou dos títulos ocasionais.

5.5.2.13 getStopZone

Este serviço permite saber qual a zona Andante de determinada paragem. É utilizado para saber se é possível utilizar a assinatura na paragem selecionada.

5.6 MobiPag STCP

Por estar inserida na iniciativa nacional Pagamentos Móveis - MobiPag [ced] e por a STCP ser a operadora de transportes públicos que está envolvida no desenvolvimento da aplicação, esta tomou a denominação MobiPag STCP, não sendo este o nome final. Uma possível denominação será Andante Mobile, baseando-se no facto de a aplicação pretender apresentar-se como um substituto (opcional) do cartão Andante. Nesta secção é ilustrada e detalhada a organização e dinâmica da aplicação. Na Figura 5.3 é ilustrada a sequência das atividades que constituem a aplicação. A atividade HelpActivity pode ser chamada em qualquer uma das outras atividades, pelo que se optou (por questões de melhor visibilidade) por não incluir as indicações de sequência.

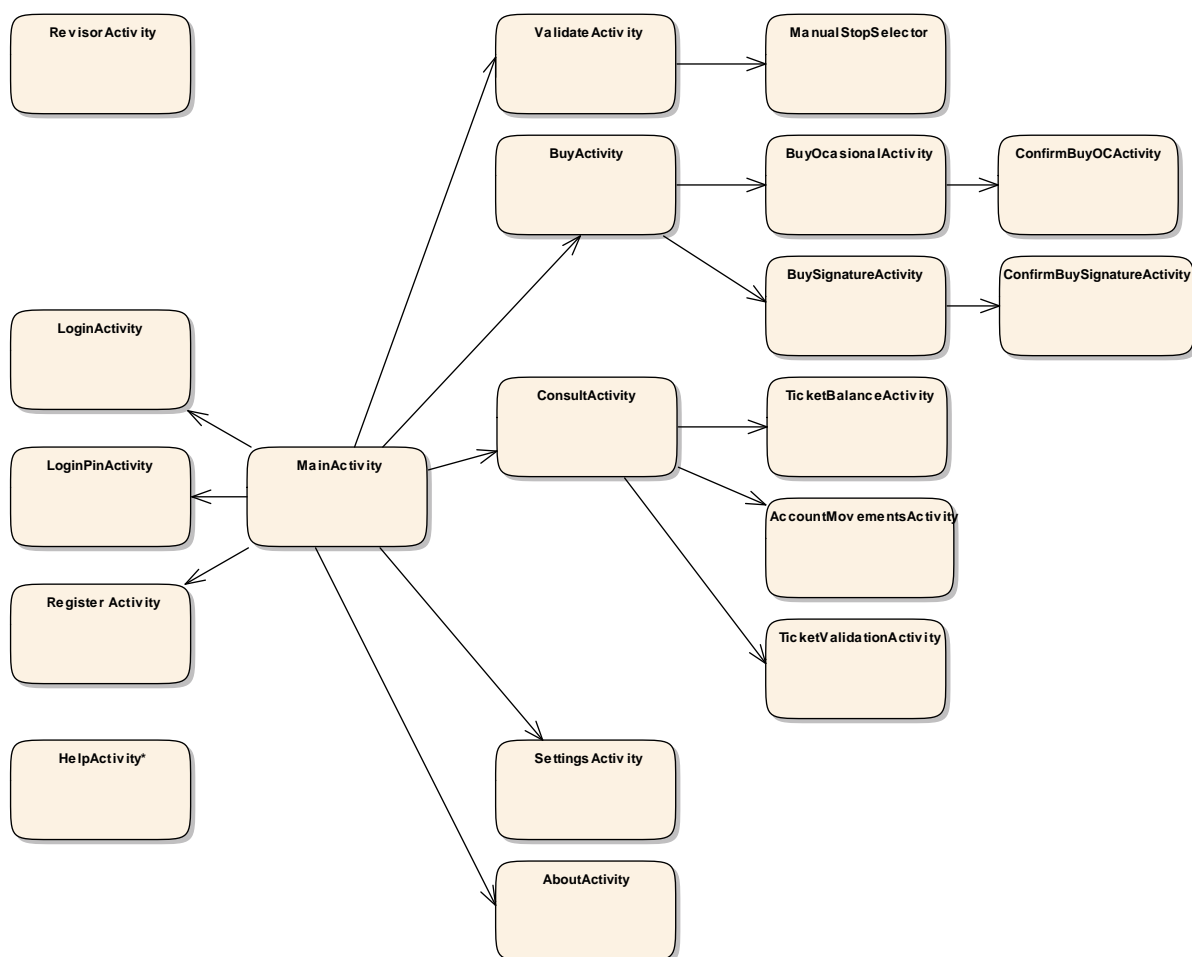


Figura 5.3: Diagrama de Atividades

5.6.1 Menu Principal

Este menu é a base da aplicação e serve de lançamento para todas as funcionalidades da mesma. É este o menu a que se acede quando se inicia a aplicação, após autenticação do utilizador. Ver Figura 5.4.



Figura 5.4: Menu Principal

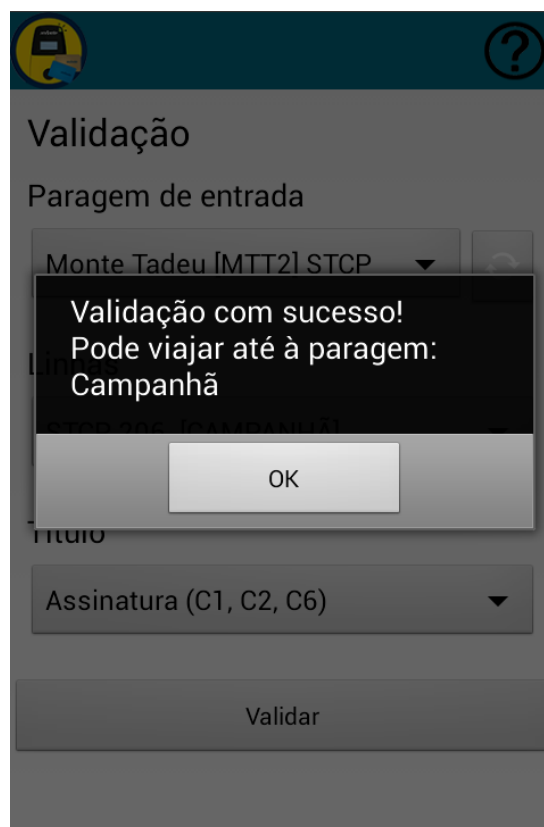
5.6.2 Menu Validação

Este menu permite efetuar a validação de um título disponível em saldo, para uma determinada paragem e linha. Através dos serviços de localização do dispositivo móvel (GPS e redes móveis), a aplicação tenta calcular a posição atual do utilizador e listar-lhe as paragens que se encontram mais próximas. Caso não seja possível efetuar a localização do utilizador ou esta se encontre errada, o utilizador pode optar por efetuar uma seleção manual da paragem de entrada. Ver Figura 5.5. Após a validação surge no ecrã uma mensagem de confirmação, indicando a paragem até à qual o utilizador pode viajar com o título que selecionou, tal como se pode ver na Figura 5.6.



The screenshot shows the 'Validação' (Validation) menu. It has a teal header with a yellow icon of a person at a computer and a question mark icon. The menu contains three dropdown menus: 'Paragem de entrada' (Entry Stop) with 'Monte Tadeu [MTT2] STCP' selected, 'Linhas' (Lines) with 'STCP 206 [CAMPANHÃ]' selected, and 'Título' (Title) with 'Assinatura (C1, C2, C6)' selected. A 'Validar' (Validate) button is at the bottom.

Figura 5.5: Menu Validação



The screenshot shows the same 'Validação' menu, but with a black confirmation dialog box overlaid. The dialog box contains the text: 'Validação com sucesso! Pode viajar até à paragem: Campanhã' (Validation successful! You can travel to the stop: Campanhã). There is an 'OK' button at the bottom of the dialog box.

Figura 5.6: Confirmação Validação

5.6.3 Menu Seleção Manual

Este menu serve para selecionar manualmente a paragem de entrada quando não é possível fazê-lo de forma automática através dos serviços de localização do dispositivo móvel. A sequência de escolha é: Operador, Linha, Paragem. Ver Figura 5.7.



Validação

Operador

STCP ▼

Linhas

10M ▼

Paragem de entrada

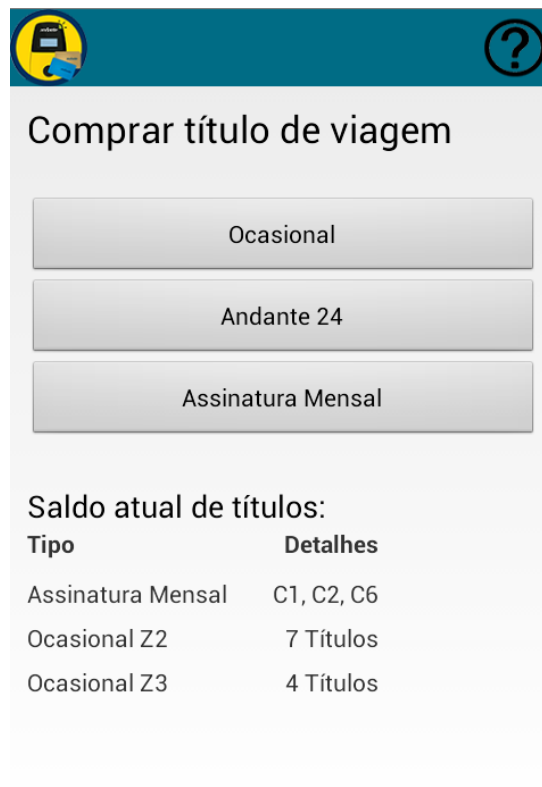
Alféres Pereira [ALPR1] ▼

Confirmar

Figura 5.7: Menu Seleção Manual

5.6.4 Menu Compra

Este menu permite ao utilizador iniciar o processo de compra de novos títulos. Para além de apresentar as várias opções de compra, permite também verificar quais os títulos atuais existentes. Deste modo, é fácil verificar se é necessário comprar determinado tipo de título ou se já existe em saldo. Ver Figura 5.8.

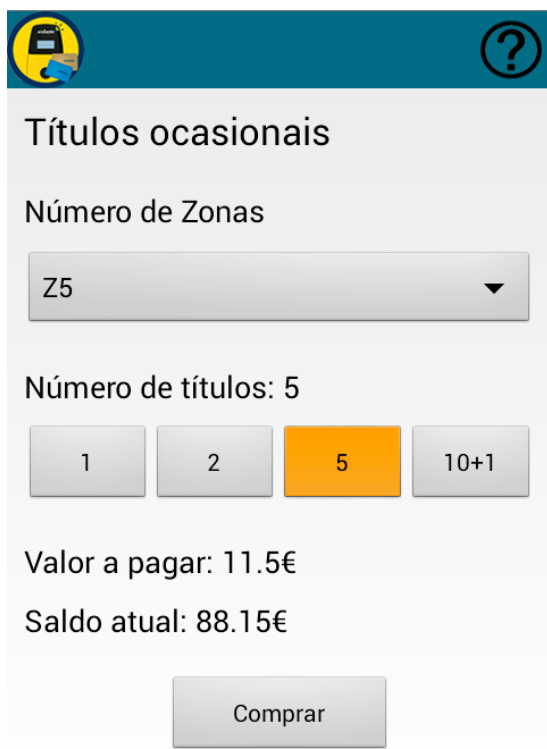


Tipo	Detalhes
Assinatura Mensal	C1, C2, C6
Ocasional Z2	7 Títulos
Ocasional Z3	4 Títulos

Figura 5.8: Menu Compra

5.6.5 Menu Compra Ocasionais

Este menu permite ao utilizador comprar títulos ocasionais (títulos de viagem ou Andante 24, conforme a seleção no menu anterior), selecionando o número de zonas pretendido, a quantidade (1, 2, 5, 10+1 grátis) e confirmando os dados da compra no menu seguinte. Ver Figura 5.9 e Figura 5.10.



Títulos ocasionais

Número de Zonas

Z5

Número de títulos: 5

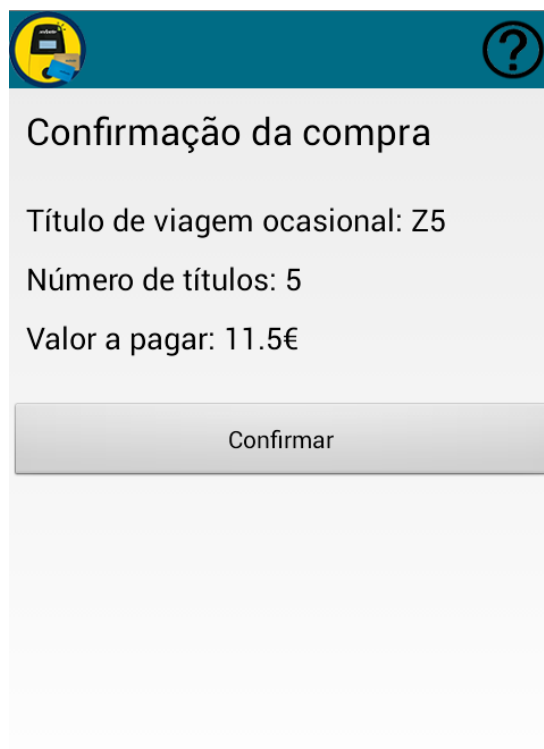
1 2 5 10+1

Valor a pagar: 11.5€

Saldo atual: 88.15€

Comprar

Figura 5.9: Menu Compra Ocasionais



Confirmação da compra

Título de viagem ocasional: Z5

Número de títulos: 5

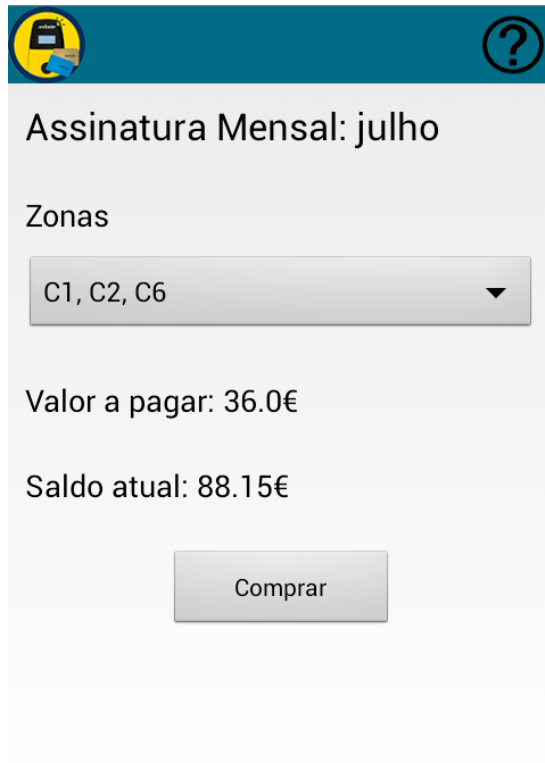
Valor a pagar: 11.5€

Confirmar

Figura 5.10: Confirm. Compra Ocasionais

5.6.6 Menu Compra Assinatura

Este menu permite ao utilizador comprar uma assinatura mensal, seleccionando as zonas pretendidas e confirmando os dados da compra no menu seguinte. Ver Figura 5.11 e Figura 5.12.



Assinatura Mensal: julho

Zonas

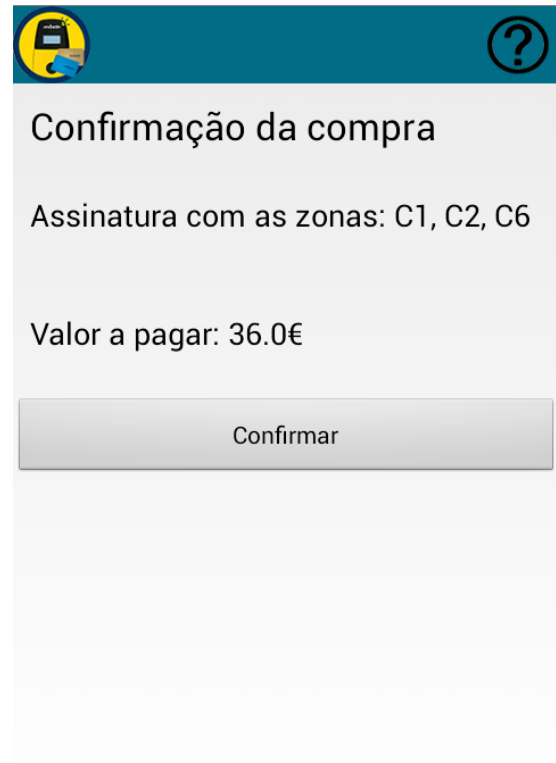
C1, C2, C6 ▼

Valor a pagar: 36.0€

Saldo atual: 88.15€

Comprar

Figura 5.11: Menu Compra Assinatura



Confirmação da compra

Assinatura com as zonas: C1, C2, C6

Valor a pagar: 36.0€

Confirmar

Figura 5.12: Confirm. Compra Assinatura

5.6.7 Menu Consulta

Este menu é onde o utilizador pode consultar os dados operacionais da sua conta. Para além de consultar o saldo atual de títulos, pode consultar o histórico de operações realizadas na conta e também as validações efetuadas com os seus títulos. Ver Figura 5.13.

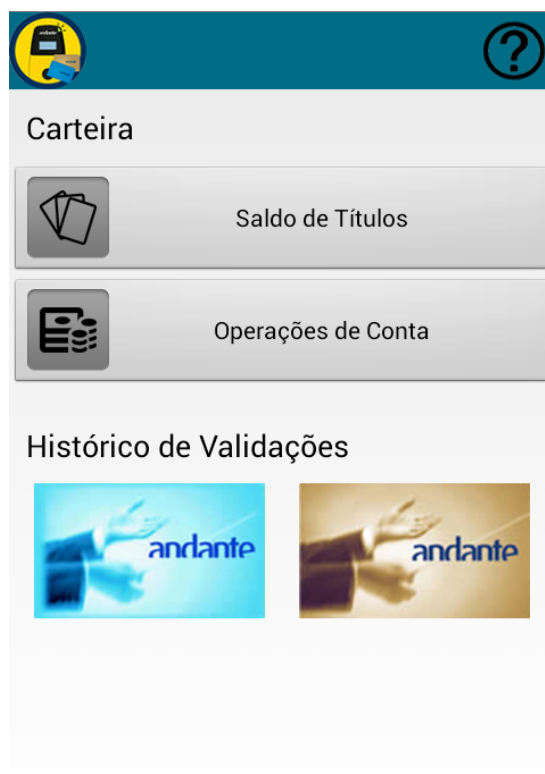
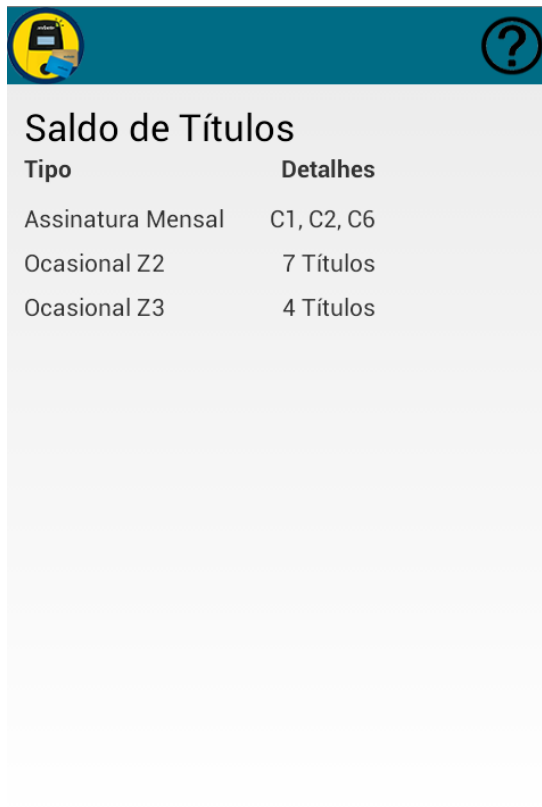


Figura 5.13: Menu Consulta

5.6.8 Menu Saldo Títulos

Este menu permite visualizar o saldo atual de títulos. Neste menu são listados todos os títulos disponíveis para uso imediato, não sendo listada a assinatura do mês seguinte (caso já tenha sido comprada) porque não pode ser usada durante o mês corrente. Ver Figura 5.14.



Tipo	Detalhes
Assinatura Mensal	C1, C2, C6
Ocasional Z2	7 Títulos
Ocasional Z3	4 Títulos

Figura 5.14: Menu Saldo Títulos

5.6.9 Menu Operações de Conta

Este menu permite ao utilizador verificar as operações efetuadas na sua conta, quer sejam carregamentos da conta ou compras de títulos. Ver Figura 5.15.



Operações de Conta		
Saldo atual: 88.15€		
Movimentos		
Data, Detalhes	Valor	Saldo
2013/06/03 11:07 Ocasional Z3 (5)	-7.25€	88.15€
2013/06/03 10:58 Assinatura junho (C1, C2, C6)	-30.1€	95.4€
2013/06/03 10:58 Carregamento de Conta	100.0€	125.5€
2013/05/28 21:07 Ocasional Z2 (10+1)	-12.0€	25.5€
2013/05/28 21:00 Ocasional Z2 (1)	-1.2€	37.5€
2013/05/24 17:39 Assinatura junho (C1, C2)	-30.1€	38.7€
2013/05/24 17:22	1.25€	68.85€

Figura 5.15: Menu Operações de Conta

5.6.10 Menu Histórico Validações

Este menu mostra as validações efetuadas pelo utilizador, tanto em títulos ocasionais como na assinatura mensal, conforme a escolha no menu anterior. Ver Figura 5.16 e Figura 5.17.

Ocasionais e Andante 24	
2013/06/03 09:52	Ocasional
Par: [BELA1] Bela	Z2
Lin: [106] ZONA FRANCEL...	
2013/06/03 09:51	
Par: [CNT3] Cantareira	
Lin: [1] INFANTE - PASS...	
2013/05/30 11:16	Ocasional
Par: [PCC1] Piscina Cam...	Z2
Lin: [206] CAMPANHÃ - V...	
2013/05/30 11:13	
Par: [MTT2] Monte Tadeu	
Lin: [206] CAMPANHÃ - V...	
2013/05/28 21:07	Ocasional
Par: [ALFG1] Alfândega	Z2
Lin: [1] INFANTE - PASS...	
2013/05/28 21:06	Ocasional
Par: [ALFG1] Alfândega	Z2
Lin: [1] INFANTE - PASS...	
2013/05/28 21:00	
Par: [ALFG1] Alfândega	

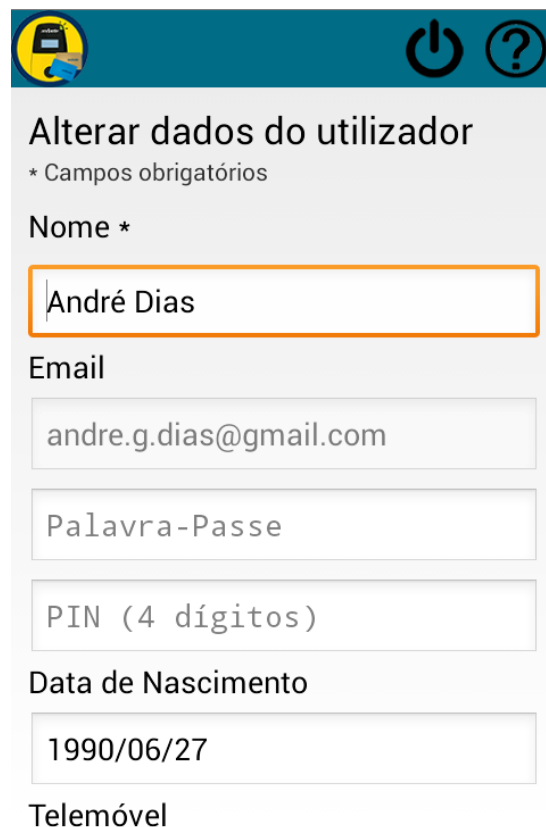
Figura 5.16: Menu Histórico Validações Ocasionais

Assinatura Mensal (2013/6)	
Data, Detalhes	Bilhete
2013/06/04 23:20	Assinatura
Par: [MTT2] Monte Tadeu	junho
Lin: [206] CAMPANHÃ - V...	C1, C2, C6
	Validações: 2
2013/06/03 10:59	
Par: [VDAM1] Vitorino D...	
Lin: [301] CIRCULAR HOS...	

Figura 5.17: Menu Histórico Validações Assinatura

5.6.11 Menu Definições

Este menu permite alterar os dados pessoais do utilizador. Para além disso, permite também fazer *logout* da conta ativa. Ver Figura 5.18.



The screenshot shows a mobile application interface for editing user data. At the top, there is a dark blue header bar containing a circular profile icon on the left, a power button icon in the center, and a question mark icon on the right. Below the header, the title 'Alterar dados do utilizador' is displayed in bold black text. Underneath the title, a small grey box contains the text '* Campos obrigatórios'. The form consists of several input fields: 'Nome *' with a value of 'André Dias' (highlighted by an orange border), 'Email' with a value of 'andre.g.dias@gmail.com', 'Palavra-Passe', 'PIN (4 dígitos)', 'Data de Nascimento' with a value of '1990/06/27', and 'Telemóvel'.

Figura 5.18: Menu Definições

5.6.12 Menu Sobre

Este menu fornece informação relativa à autoria e desenvolvimento da aplicação MobiPag STCP, bem como a versão atual. Ver Figura 5.19.



Figura 5.19: Menu Sobre

5.6.13 Menu PIN

Este menu aparece sempre que se inicia a aplicação e permite adicionar uma camada de segurança à aplicação. O PIN do utilizador é definido no registo e pode ser alterado nas Definições. Este método de autenticação surge quando já existe um utilizador com a conta autenticada na aplicação. Para além disso, permite também fazer *logout* da conta ativa. Ver Figura 5.20.

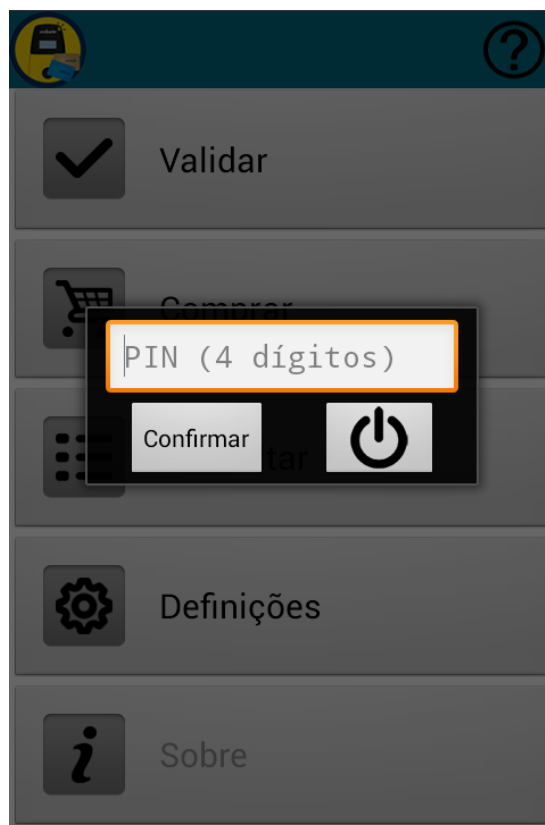
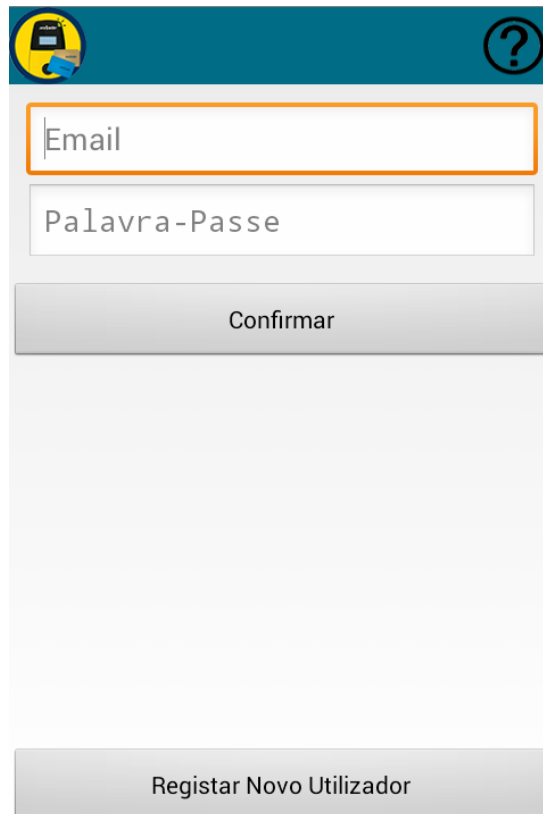


Figura 5.20: Menu PIN

5.6.14 Menu Login

Este menu aparece quando não existe nenhuma conta autenticada na aplicação, permitindo efetuar *login* com o conjunto email/palavra-passe ou então efetuar o registo de um novo utilizador. Ver Figura 5.21.



The image shows a mobile application interface for a login menu. At the top, there is a dark teal header bar. On the left side of the header is a circular icon with a yellow background and a black silhouette of a person. On the right side is a black circle containing a white question mark. Below the header, there are two input fields: the first is labeled 'Email' and the second is labeled 'Palavra-Passe'. Both fields have a light gray border and a thin orange border. Below these fields is a gray button with the text 'Confirmar'. At the bottom of the screen is another gray button with the text 'Registar Novo Utilizador'.

Figura 5.21: Menu Login

5.6.15 Menu Revisor

Este menu serve para mostrar informação relativa ao título ativo, quando solicitada pelo revisor autorizado. No caso dos títulos ocasionais, esta informação inclui todas as validações efetuadas com o título em questão, contendo a data e hora, paragem e linha de entrada, bem como o número sequencial da validação. Para além disso, contém informação relativa ao título em uso. Ver Figura 5.22. No caso das assinaturas, apenas é apresentada a última validação, mas são apresentados alguns dados pessoais do utilizador, visto a assinatura ser de uso pessoal intransmissível. Para além da informação relativa à assinatura, está também presente o nome e Número de Identificação Fiscal do utilizador e uma foto tipo passe. Ver Figura 5.23.

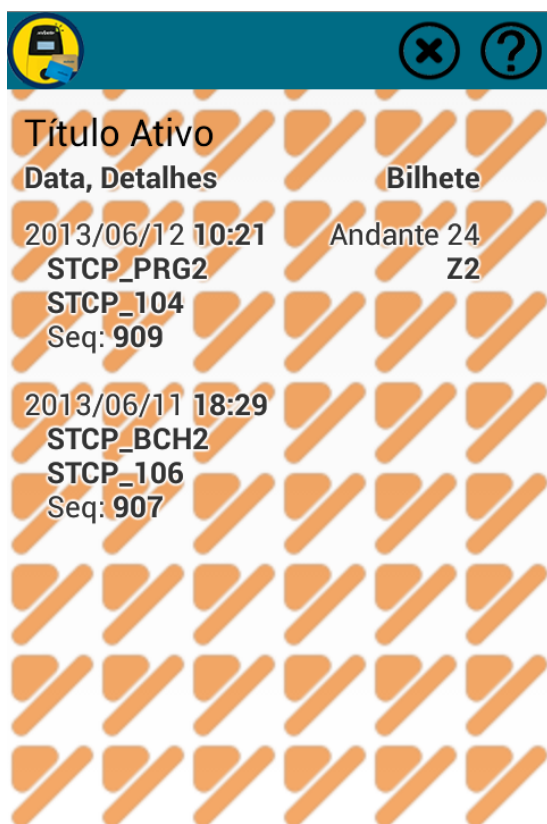


Figura 5.22: Menu Revisor



Figura 5.23: Menu Revisor

Para acrescentar alguma segurança e fiabilidade a este menu, foi acrescentado um fundo que varia ao longo do tempo. Tendo como objetivo criar um impacto visual imediato, optou-se por utilizar o código ColorADD, seguidamente detalhado.

5.6.15.1 ColorADD

O código ColorADD é uma inovação mundial, criada pelo designer Miguel Neiva, de um código de cores para daltónicos. Este sistema já se encontra em uso em transportes, hospitais, marcas de lápis, tintas ou cerâmicas. É a primeira ferramenta a procurar diminuir os efeitos de um constrangimento pouco visível: o Daltonismo. O Daltonismo, ou a cegueira da cor, é uma limitação

que afeta 10% da população mundial masculina – aproximadamente 350 milhões de pessoas em todo o mundo. Esta limitação, de condição hereditária, é transmitida através do cromossoma X e cria ao seu portador grandes constrangimentos ao nível da integração social e profissional.

Desenvolvido com base nas três cores primárias representadas através de símbolos gráficos, o código ColorADD assenta no conceito de “adição de cores”, permitindo ao daltónico relacionar os símbolos e facilmente identificar toda a paleta. O Branco e o Preto surgem para orientar as tonalidades claras e escuras. O código torna-se num “jogo mental” simples e fácil de memorizar e aplicar em situações do dia-a-dia [col].

Para uma visualização completa das cores, ver Anexo C.

Após o contacto no sentido de obter permissão para utilizar o código ColorADD na aplicação enquanto esta se encontra em fase de testes, foi mostrada uma grande receptividade por parte dos seus responsáveis.

5.6.16 Menu Ajuda

Este é um menu contextual, fornecendo informação acerca do menu atual. O objetivo é esclarecer, de forma clara, qualquer dúvida que possa surgir durante a utilização da aplicação. Ver Figura 5.24.

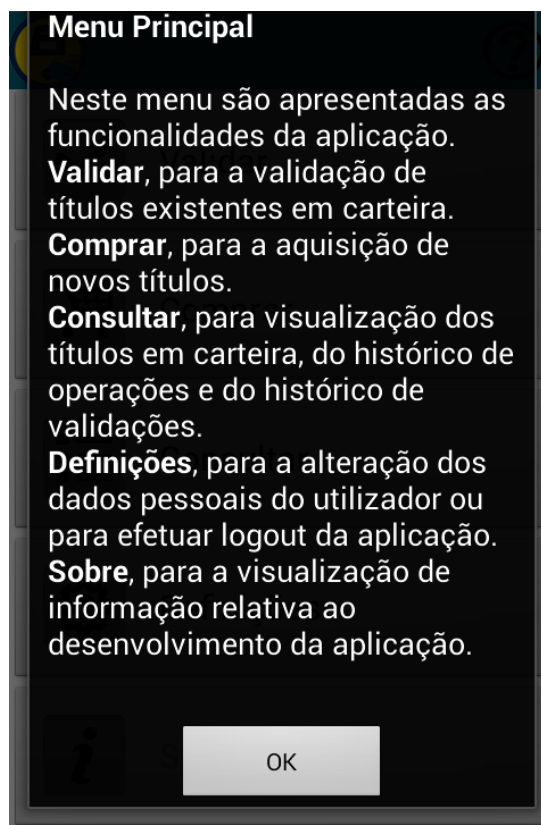


Figura 5.24: Menu Ajuda

Implementação

Capítulo 6

Testes e Resultados

Neste capítulo é apresentada a fase de testes, especificando as suas características e algumas conclusões obtidas.

6.1 Planeamento de Testes

Para efetuar os testes da aplicação decidiu-se que estes seriam feitos em ambiente real, com utilizadores reais. Estes testes foram realizados no decorrer do quotidiano dos utilizadores, sendo feitos em paralelo com a utilização normal dos transportes públicos por eles realizada. Pretendeu-se com estes testes avaliar a relevância e perceção do conceito de bilhética móvel aplicado aos transportes públicos, bem como analisar a usabilidade e consistência da aplicação de bilhética móvel desenvolvida.

Os testes decorreram durante o período de 14 dias (duas semanas completas), entre os dias 5 e 18 de junho de 2013. O processo de seleção foi levado a cabo pela STCP, tentando obter o máximo de heterogeneidade em termos de vários fatores demográficos (género, idade, ocupação). Foram selecionados inicialmente 37 utilizadores para a realização dos testes [stc].

As condições de participação eram as seguintes:

- Possuir telemóvel com sistema operativo Android com versão 2.2 (Froyo) ou superior;
- Cumprir o período de testes delineado, do início ao fim;
- Carregar normalmente os cartões Andante e validá-los assim que se dê início a uma viagem. Em simultâneo, comprar os mesmos bilhetes através do telemóvel e validá-los antes do início de cada viagem. Isto significa que os utilizadores deverão utilizar os dois sistemas (cartão Andante e telemóvel) ao mesmo tempo;
- Os encargos com a compra de bilhetes através do sistema Andante ficam a cargo do utilizador. Relativamente à compra de bilhetes com o telemóvel não haverá qualquer encargo

adicional pois ser-lhes-á fornecida uma conta fictícia com €70 para utilizarem em títulos de viagem;

- Cada utilizador deverá efetuar pelo menos 5 validações por semana. As validações do telemóvel deverão coincidir com as validações do cartão Andante que estiverem a utilizar, em termos de data, hora e local;
- Caso os utilizadores sejam fiscalizados pelos Fiscais da STCP deverão mostrar o bilhete Andante e o telemóvel. Se o bilhete Andante não estiver válido para a viagem em questão, os Fiscais efetuarão as diligências normais;
- Os utilizadores deverão estar disponíveis para responderem a um inquérito inicial e a uma entrevista no final dos testes.

6.2 Inquérito Inicial

Com a realização do inquérito inicial pretendeu-se perceber o perfil dos utilizadores, a nível de utilização de dispositivos móveis, utilização de transportes públicos e confiança em pagamentos móveis. Dos 37 utilizadores selecionados, 26 responderam ao inquérito inicial, sendo 10 do sexo feminino e 16 do sexo masculino, com idades compreendidas entre os 21 e 68 anos e idade média a rondar os 34 anos.

A maioria dos utilizadores possuem um *smartphone* há 6 meses ou mais, sendo que apenas 3 o possuem há menos de 6 meses. A partir desta informação podemos concluir que são pessoas que têm alguma familiaridade com o uso e funcionamento dos *smartphones*, facilitando a adaptação à aplicação.

Em relação ao tipo de aplicações que utilizam com mais frequência, as redes sociais surgem, sem surpresa, em primeiro plano (21), sendo seguidas por transportes (13), jogos (13), música (16), navegação (19), fotos e vídeo (16) e meteorologia (17) em níveis semelhantes. Sendo que a maioria destas aplicações requer acesso à Internet, não se mostrou problemática a necessidade de aceder à Internet por parte da aplicação, visto que a maioria dos utilizadores possui plano de dados nos tarifários que utilizam.

São todos utilizadores frequentes dos transportes públicos e na maior parte das vezes (92%) realizam viagens urbanas, sendo o autocarro o meio de transporte mais utilizado por todos. Cerca de metade dos utilizadores efetuam transbordo intermodal (autocarro-metro; autocarro-comboio; etc.).

A maior parte dos utilizadores compra os seus títulos nas máquinas de venda automática (18) ou através dos agentes Payshop e CTT (11) e rede multibanco (9) e utilizam tanto cartão multibanco (15) como dinheiro (11) para efetuar o pagamento. A maioria (23) compra assinatura mensal, devido a que com uma utilização frequente se apresenta como uma solução mais barata e também por possuírem descontos sociais.

Os serviços adicionais que mais utilizam são a consulta de horários (25) e a consulta de mapas

da rede de transportes (15), sendo o acesso a esta informação feito maioritariamente através da página *web* dos operadores (23) mas também nas paragens e estações (18).

Em geral, são poucas as perdas ou extravios dos cartões Andante e é ainda complicado, em algumas situações, compreender o número de zonas necessárias para efetuar determinada viagem. Apesar de considerarem fácil a compra de títulos nas máquinas de venda automática, é frequente não terem dinheiro trocado para efetuar a compra dos títulos, sendo obrigados a realizar o pagamento com cartão multibanco. A necessidade de terem de se deslocar a uma loja física para renovar a assinatura mensal é vista com algum desagrado porque muitas vezes têm de fazer essa deslocação propositadamente, para além do inconveniente das filas existentes no início/final de cada mês.

O sistema atual de validação não apresenta qualquer dificuldade e a capacidade de poder, a qualquer instante, saber o tempo restante do título de viagem atual seria uma mais-valia para o sistema Andante. Uma outra funcionalidade que consideram bastante útil é saber qual a paragem até à qual podem viajar com o título atual. Para além disso, a possibilidade de poderem carregar consigo títulos de diferentes tipologias (Z2, Z3, etc.) é vista com bons olhos, pois o sistema atual (ClickZ) não funciona na perfeição. Atualmente, é possível carregar diferentes tipologias no cartão mas é validado sempre o mais recente, isto é, um cartão com títulos Z2, após a compra de títulos Z3, apenas se pode voltar a usar os títulos Z2 quando todos os títulos Z3 tiverem sido gastos. Outras funcionalidades consideradas úteis seriam o acesso ao histórico de viagens e de compras de títulos.

Um dado importante, já referenciado noutros estudos, é o facto de ser bastante mais provável deixarem o cartão Andante em casa do que o telemóvel.

Em relação à compra de títulos de viagem através do telemóvel, bem como à sua utilização quando o serviço estiver disponível, os utilizadores mostram-se bastante recetivos, considerando este método de pagamento útil e seguro, para além de não interferir com a utilização habitual do telemóvel, nem com os seus estilos de vida. No entanto, têm algumas reticências no que toca aos problemas que possam surgir no caso de ficarem sem rede ou sem bateria, bem como falhas da aplicação e demonstram alguma preocupação com o facto de poderem cometer erros na compra dos títulos.

À semelhança da compra, em relação à validação de títulos de viagem através do telemóvel, bem como à sua utilização quando o serviço estiver disponível, os utilizadores mostram-se bastante recetivos, considerando este método de validação útil e seguro, para além de não interferir com a utilização habitual do telemóvel, nem com os seus estilos de vida. No entanto, têm algumas reticências no que toca aos problemas que possam surgir no caso de ficarem sem rede ou sem bateria, bem como falhas que possam surgir na aplicação.

As principais vantagens apontadas ao sistema de bilhética móvel são o facto de poderem efetuar a compra de títulos em qualquer lugar, sem necessidade de deslocação a uma loja; a rapidez,

comodidade e facilidade do sistema; não ter de carregar cartões físicos; não perder um veículo por ter de ir validar o título ao validador (no caso do Metro); não ter de esperar em filas para carregar a assinatura mensal no início/fim de cada mês; poder comprar títulos na hora, quando as lojas se encontram encerradas, por exemplo; não correr o risco de no ato de compra não possuir dinheiro para o fazer; poder gerir o saldo de títulos e utilizar em cada viagem o mais adequado.

Por outro lado, as principais desvantagens encontradas são o facto de poderem ficar sem bateria; haver falhas ou indisponibilidade do serviço; falta de rede móvel inviabilizar as operações.

6.3 Grupo Facebook

Para facilitar a comunicação com os participantes no teste da aplicação foi criado um grupo na rede social Facebook, onde os utilizadores foram incentivados a partilhar dúvidas e sugestões que fossem aparecendo ao longo dos testes. A ideia era que o grupo do Facebook fosse utilizado como uma comunidade ativa e participativa, através da qual todos se pudessem manifestar, expressando as suas dúvidas, colocando questões relevantes para os testes da aplicação ou apresentando sugestões de melhoria.

Este método foi um sucesso, com uma participação bastante ativa por parte da maioria dos utilizadores, não só colocando questões e sugestões como também interagindo entre si, procurando solucionar problemas em comum ou ajudando em dificuldades pontuais. Para além de ter permitido obter *feedback* em tempo real, criou um ambiente aberto e descontraído entre os participantes, levando a que estes não tivessem qualquer problema em partilhar as suas opiniões. Permitiu também saber as dificuldades que foram encontrando, a opinião geral da aplicação, funcionando quase como entrevistas imediatas. O facto de ser uma rede social familiar e onde as pessoas passam grande parte do seu tempo, fez com que não houvesse dificuldade na utilização do grupo. Ver Figura 6.1 e Figura 6.2.

Em futuras fases de teste, será sem dúvida uma metodologia a repetir dada a facilidade de utilização e o impacto positivo criado.

6.4 Testes MobiPag STCP

Dos 37 utilizadores seleccionados, 26 deram início ao teste da aplicação MobiPag STCP nos seus dispositivos, tendo a mesma sido disponibilizada via Google Play, em modo de teste (apenas utilizadores autorizados podem descarregar e instalar a aplicação). O processo de instalação decorreu sem problemas, havendo apenas alguma confusão devido ao facto de a aplicação não poder ser instalada diretamente da aplicação Play Store, sendo necessária uma aceitação prévia por parte do utilizador.

A aplicação foi disponibilizada dois dias antes do início dos testes, o que permitiu que os utilizadores efetuassem o registo e ambientação à aplicação de forma gradual e esclarecendo possíveis dúvidas. Devido a este facto, no dia em que os testes tiveram início, os utilizadores já estavam

Maria Gama

Bom dia!

Surgiu-me uma dúvida...

Como selecionamos o autocarro que apenas tem indicação do destino, por exemplo Bolhão?

 Gosto · Comentar · Não seguir publicação · 5/6 às 8:20 através de telemóvel

👍 Vista por 33

Arlete Pereira Se calhar temos de perguntar ao motorista qual é a linha

5/6 às 8:41 através de telemóvel · Gosto · 🔄 1

Maria Gama Às tantas, mas não é prático...

5/6 às 8:45 · Gosto

Arlete Pereira Pois não... mas essas situações acho que não acontecem com muita frequência, a não ser naqueles percursos próximos das estações de recolha, creio eu. De qualquer forma, acho que junto ao motorista também costumam ter um papel com o número da linha e respectivo serviço, pelo menos antigamente era assim, honestamente não tenho reparado se ainda é.

5/6 às 9:32 · Gosto · 🔄 1

Maria Gama Não faço ideia, mas como não sabia o que fazer não o apanhei...

5/6 às 9:40 através de telemóvel · Gosto

André Dias Não há necessidade de alterar a sua rotina diária por causa dos testes. Nesses casos, caso não consiga encontrar a configuração respetiva na aplicação, valide apenas o seu título real.

5/6 às 10:49 · Gosto · 🔄 1

André Dias Quanto à primeira questão, desconhecia esse tipo de autocarros.

- 1) É uma prática comum?
- 2) São da STCP ou de outros operadores?
- 3) São veículos em trajeto especial ou seguem uma linha predefinida?

5/6 às 10:52 · Gosto

Arlete Pereira Pelo que tenho conhecimento, como cliente dos STCP e pela experiência que tive com o meu pai, como motorista dos STCP, quando apenas aparece o local para onde vai e não o número da linha, são autocarros que estão a iniciar ou a finalizar serviço. Por ex... [Ver mais](#)

5/6 às 10:59 · Gosto · 🔄 1

Figura 6.1: Grupo Facebook

familiarizados com a aplicação e já sabiam como proceder nas várias ações a realizar.

Foi também marcada uma sessão presencial de esclarecimento de dúvidas, nas instalações da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, um dia antes do início dos testes.

O procedimento do teste era simples: replicar no dispositivo móvel as ações que efetuam no dia-a-dia com o cartão Andante. Comprar os mesmos títulos na aplicação que comprem no sistema atual e, aquando da validação dos mesmos, efetuar também a sua validação no dispositivo móvel. Como se trata ainda de um protótipo, os títulos utilizados na aplicação são virtuais, não tendo

Clara Magalhaes

Resumo do dia 2:

- ando de autocarro ha 10 anos, fui revistada umas 5 vezes.. hoje foi uma delas :-) Os fiscais entraram na paragem antes da minha saida e ficaram tão contentes por apanhar um "tester" que saíram comigo e estivemos a ler os papeis com as regras :D
- pelo vistos, qdo mostramos a validade do titulo tem uma cor diferente dependente do dia
- o gps trocou a paragem Praça da Galiza 2 por Praça da Galiza 1 (do outro lado da rua)
- de resto, correu td bem

Gosto · Comentar · Não seguir publicação · 6/6 às 23:59



Marta Campos Ferreira e 4 outras pessoas gostam disto.



Vista por 32



Ver mais 8 comentários

Carlos Sousa essa notificação contem elementos acerca da validação bem como do seu titular, nomeadamente a fotografia. mas ja referi noutro post em que se fala da utilização destes tipo d titulos em varios dispositivos, em que e possivel contornar os fiscais pois em cada dispositivo e possivel associar uma foto diferente.

7/6 às 19:40 · Gosto

André Dias Sim, deve manter se a notificação durante a viagem. O botão de fechar serve para depois de terminar a viagem. Sim, o problema da fotografia já era conhecido à partida. Apenas não houve tempo de o resolver. E não sendo uma função vital optou-se por deixá-lo para uma futura versão.

7/6 às 20:30 através de telemóvel · Gosto

Figura 6.2: Grupo Facebook

qualquer valor legal, sendo por isso necessário validar obrigatoriamente os títulos reais, sob pena de incorrer em multa.

Durante o período de testes, os utilizadores realizaram cerca de 600 validações, em cerca de 215 paragens diferentes e cerca de 100 trajetos diferentes. Foram compradas 22 assinaturas mensais e realizadas cerca de 50 compras de um ou mais títulos de viagem ocasionais de várias tipologias. Apesar de a amostra ser pequena, foi possível obter algumas conclusões, nomeadamente a nível de alterações ao percurso habitual, que necessitam de ser previstas pela aplicação; paragens que não estão assinaladas na base de dados que suporta a aplicação; veículos que, por estarem a deslocar-se de/para a recolha, não possuem indicação do número da linha; paragens onde passam os dois sentidos da linha e portanto ser necessário especial cuidado na validação, sob pena de se validar no sentido contrário.

Os utilizadores conseguiram realizar todas as operações sem dificuldade, embora o processo de validação tenha sido o mais apontado como necessário a melhorar.

Em primeiro lugar, verificou-se que a localização através do GPS demora algum tempo e nem sempre as condições são as melhores. Já a localização através das redes móveis provou, em muitos casos, ser pouco precisa. Isto levou a que na maior parte dos casos fosse necessário recorrer à seleção manual das paragens (que estava pensada para ser utilizada apenas em casos pontuais), fazendo com que fosse necessário um passo extra no processo de validação.

O facto de não haver um histórico ou listagem de favoritos de paragens, obrigou a que de cada vez que quisessem efetuar uma validação, os utilizadores fossem obrigados a percorrer a lista de operadores, seguidamente a lista de linhas e depois então a paragem que pretendiam. Isto consome, obviamente, tempo num processo que se pretende o mais rápido possível.

Em algumas zonas onde a densidade de paragens é maior, nem sempre foi fácil para o utilizador identificar a paragem onde se encontrava. Em alguns casos de chegada à paragem ao mesmo tempo do que o veículo, não foi possível visualizar o código SMS da paragem e identificá-la de forma inequívoca.

Um outro fator apontado foi o de atualmente não ser necessária nenhuma operação, basta encostar o cartão no validador e o título está ativado. Posto isto, todo o processo de validação no dispositivo móvel deve ser o mais simples possível e com menor número de interações possível. Alguns utilizadores sugeriram repensar o método de validação, recorrendo, por exemplo, a QR Codes ou NFC nos veículos ou paragens.

No que toca à fiscalização, não ocorreu nenhum problema, os fiscais estavam informados da ocorrência dos testes, fiscalizaram alguns dos utilizadores e obtiveram a informação necessária. Nesta fase de testes, a fiscalização é meramente visual, o que pode levar a alguns casos de fraude, sendo no futuro necessário acrescentar alguma segurança, por exemplo, dotando os fiscais com dispositivos de leitura e comunicação com o servidor.

No decorrer dos testes, foi lançada uma versão atualizada da aplicação, com correção de alguns erros e implementação de uma nova funcionalidade. Esta funcionalidade havia sido sugerida pelos participantes, mostrando-lhes que a sua opinião era bastante importante e tida em conta durante o desenvolvimento da aplicação. A lista de alterações é a seguinte:

- A seleção manual de paragens foi corrigida (nem sempre ficava selecionada a paragem correta);
- No menu Histórico Validações foi corrigido um carácter na palavra “Validações”;
- Informação das zonas da assinatura já não aparece truncada no saldo de títulos;
- Implementado um histórico de paragens em que aparecem sempre as 2 últimas;

- Corrigido o erro em que a aplicação encerrava se não tivesse nenhum fornecedor de localização ativo.

6.5 Sugestões

Em termos de usabilidade, estes testes foram bastante úteis para perceber onde estavam as falhas e onde se pode melhorar. Os utilizadores foram bastante proativos e partilharam bastantes sugestões de funcionalidades ou melhorias que gostariam de ver implementadas. Algumas das sugestões apontadas pelos participantes do teste são:

- Incluir os descontos sociais na compra da assinatura mensal;
- Utilizar o Google Maps para melhor visualização das paragens;
- Poder guardar um histórico de paragens;
- Poder seleccionar uma fotografia armazenada no telemóvel, removendo a necessidade de tirar a fotografia no momento do registo ou nas definições;
- Verificar os campos sensíveis através de dupla verificação, de modo a evitar erros de introdução;
- Traduzir a aplicação para outros idiomas (Inglês, Francês, etc.);
- Listar as paragens por diferentes ordens (alfabética ou por sentido da linha);
- Poder seleccionar paragens favoritas;
- Poder recuperar ou alterar a password;
- Impor um limite de tentativas de autenticação via PIN;
- Pesquisar paragens por código SMS ou nome;
- Tornar o fundo do Menu Revisor mais legível;
- Adicionar o destino na escolha das linhas;
- Visualizar graficamente as zonas da assinatura no processo de compra;
- Criar uma alternativa de fiscalização para quando o dispositivo fica sem bateria.
- Facilitar o processo de validação através de QR Codes ou NFC;
- Fornecer informação de horários, disponível na aplicação MOVE-ME;
- Poder, de forma remota, fazer *logout* da aplicação;
- Criar vários parâmetros de personalização, nas definições da aplicação;

Testes e Resultados

- Possibilitar a renovação da assinatura mensal, não sendo necessário selecionar novamente as zonas incluídas na assinatura;
- Poder trocar títulos ocasionais entre utilizadores, o equivalente a emprestar o cartão azul a outra pessoa.

Testes e Resultados

Capítulo 7

Conclusões e Trabalho Futuro

Neste capítulo é apresentado o plano de trabalho realizado, que culmina com a elaboração desta dissertação, e também as perspectivas de trabalho futuro, tendo em vista a melhoria e evolução da aplicação, cujo objetivo é tornar-se uma solução real.

7.1 Satisfação dos Objetivos

Os principais objetivos do projeto foram cumpridos, conseguiu chegar-se a uma solução viável de uma aplicação móvel para pagamentos e validações em transportes públicos de passageiros.

Numa primeira fase, era necessário realizar a revisão do estado da arte e compreender melhor o contexto em que se insere o projeto. Ambas as tarefas deviam convergir numa clara compreensão do problema, na apresentação de uma perspectiva de solução, cuja implementação deveria ser iniciada seguidamente, e na escrita de um relatório intermédio. Para além disso, foram realizadas também duas apresentações (de 5 e 10 minutos, respetivamente) para exposição do tema da dissertação e de uma visão global do estado da arte, bem como uma possível solução para o problema proposto. O planeamento da primeira fase, coincidente com a Unidade Curricular EIC0087 - Preparação da Dissertação, entre os meses de novembro de 2012 e fevereiro de 2013, é apresentado na Figura 7.1.

Na fase de desenvolvimento, o principal objetivo era conseguir desenvolver um protótipo da aplicação e testá-lo em ambiente real para perceber a sua aplicabilidade e quais as suas vantagens, bem como as principais falhas. O processo foi sendo acompanhado pela STCP, tendo sido realizadas quatro reuniões presenciais, onde esteve também presente a OPT, que foi desenvolvendo a API a par do desenvolvimento da aplicação.

A fase de testes foi atrasada um pouco, por questões burocráticas, o que permitiu desenvolver um pouco mais a aplicação e fazer alguns testes provisórios, de modo a fornecer uma aplicação mais

robusta aos participantes do teste. Este facto levou a que o período de testes coincidissem parcialmente com a escrita desta dissertação. No entanto, com a metodologia utilizada no grupo do Facebook foi possível obter conclusões e *feedback* dos participantes desde o início do período de testes, pelo que apenas as entrevistas finais não estão aqui documentadas, por ainda não terem sido realizadas.

O plano seguido nesta fase, que compreende os meses de fevereiro a junho de 2013, coincidindo com a Unidade Curricular EIC0041 - Dissertação e que serve como prova final para conclusão do Mestrado Integrado em Engenharia Informática e Computação, na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, pode ser encontrado na Figura 7.2.

A nível pessoal, o contacto com um ambiente empresarial e a necessidade de trabalhar em equipa com diferentes parceiros, foram mais-valias para o crescimento a nível de metodologias de trabalho e de planeamento. Para além disso, a oportunidade de poder delinear a estrutura da aplicação, bem como o planeamento dos seus testes, serviu para perceber a importância da interação pessoa-computador e a necessidade de criar uma solução simples, coerente e apelativa. Por fim, a boa aceitação do projeto serve de enorme motivação para dar continuidade ao desenvolvimento da aplicação, havendo já algumas melhorias planeadas para posterior implementação.

7.2 Trabalho Futuro

Este projeto pode ser considerado como uma primeira abordagem à criação de uma solução para a bilhética móvel aplicada aos transportes públicos de passageiros, havendo, portanto, ainda um longo caminho a percorrer até se atingir todo o potencial deste conceito. Como tal, há uma série de funcionalidades e características que podem ser objeto de mudança no futuro.

Durante o desenvolvimento da aplicação havia a perfeita noção de que o tempo era limitado, portanto, havia a necessidade de implementar apenas as funcionalidades essenciais para o bom funcionamento da aplicação, mas todas as novas ideias foram sendo registadas, para posterior análise e implementação. Caso contrário, não seria possível terminar o desenvolvimento da aplicação e dar início à fase de testes, pois a cada passo novas ideias de como melhorar a aplicação iam surgindo.

De seguida, são apresentadas várias partes do projeto que necessitam ainda de ser exploradas e melhoradas, dado que o sucesso da aplicação poderá passar pela implementação dessas alterações.

7.2.1 Estrutura de Dados

Tendo em conta a necessidade de comunicação constante com o servidor, é necessário avaliar qual a informação estritamente necessária em cada momento e cingir a aplicação à utilização da mesma, permitindo reduzir o tempo de operação e o tráfego de dados, apesar de este já ser residual. Para além disso, é necessário reestruturar a base de dados local, de modo a permitir implementar algumas funcionalidades previstas, nomeadamente a seleção de paragens favoritas ou histórico de paragens.

É necessário também criar uma estrutura de comunicação de imagens, tanto para a fotografia do utilizador, como para os fundos do Menu Revisor, passando esta informação a estar centralizada no servidor.

7.2.2 Segurança

Apesar de, na sua estrutura, a aplicação já estar preparada para utilizar comunicação encriptada através de conjuntos de chaves públicas e privadas, é necessário implementar essa camada de segurança, bem como prever e eliminar casos de replicação ou adulteração de pedidos. Tendo em conta que a aplicação envolve transações monetárias, é fundamental que esta se apresente como uma solução segura.

A nível de segurança do utilizador é necessário criar mecanismos de recuperação de palavra-passe e dupla verificação dos dados sensíveis.

7.2.3 Carregamento de Conta

Neste momento, a aplicação apenas permite efetuar compras de títulos com o saldo disponível na conta do utilizador. O próximo passo será o carregamento da conta, havendo várias possibilidades de o fazer. É necessário estudar a viabilidade das várias opções, bem como os seus custos. O ideal será, para o utilizador, não ter custos adicionais na utilização da aplicação, caso contrário haverá alguma relutância em deixar o sistema de bilhética atual. Entre as opções possíveis, está a possibilidade de utilizar o saldo do próprio telemóvel, sendo necessário estudar o caso junto das operadoras móveis; o carregamento através do sistema MB Phone ou PayPal, utilizando as ferramentas já existentes; a associação a uma conta bancária, sendo o débito feito diretamente, tal como acontece nas portagens Via Verde.

Um dos requisitos fundamentais é que a disponibilidade de saldo tem de ser imediata após o carregamento, porque é inviável para um utilizador, que precisa de efetuar uma viagem e correspondente carregamento, ter de esperar mais do que alguns segundos para poder proceder à compra do título que necessita.

7.2.4 Validação

Os testes mostraram que o processo de validação é o que necessita de mais revisão e simplificação. É necessário estudar eventuais alternativas à necessidade de escolha de paragem e linha de entrada, bem como tornar este processo mais rápido e com menos margem de erro.

O sistema de localização mostrou ser pouco eficiente, devido às limitações temporais e também à densidade urbana que se apresenta em algumas das localizações das paragens. Deste modo, é necessário criar alternativas que permitam, de forma inequívoca, assinalar qual a paragem e linha de entrada.

Para além do problema da localização, surge outro problema que é o facto de haver desvios nos trajetos dos veículos, levando à criação de paragens temporárias, bem como a mudança de local

de algumas paragens. Se o sistema não estiver preparado para essas alterações, não será possível validar corretamente.

7.2.5 Outros

Sendo objetivo final da aplicação, a integração com a aplicação MOVE-ME, uma das funcionalidades pensadas é a possibilidade de escolher determinado percurso (já possível na aplicação MOVE-ME) e proceder à compra do título mais adequado a esse trajeto. Esta funcionalidade será bastante útil para viagens que fujam à rotina diária e também para os turistas, que muitas vezes encontram dificuldades na hora da compra de títulos.

A nível do utilizador, está planeado fornecer futuramente informação estatística, aconselhando-o a trocar de tipo de títulos conforme a necessidade, ou seja, um utilizador que efetue poucas viagens e possua uma assinatura mensal, será aconselhado a optar por títulos de viagem ocasionais, e vice-versa.

A possibilidade de envio ou troca de títulos entre utilizadores, permite que em caso de necessidade seja possível emprestar ou dar títulos ocasionais a outra pessoa, permitindo dessa forma evitar gastos desnecessários e ao mesmo tempo utilizar vários títulos que não poderiam ser utilizados em simultâneo. Exemplificando, hoje em dia se a pessoa A tiver 2 títulos de viagem no seu cartão e a pessoa B não tiver nenhum e quiserem viajar juntas, a pessoa A validará um dos títulos que possui (ficando o outro armazenado no cartão) e a pessoa B terá obrigatoriamente de comprar um título de viagem.

Do ponto de vista dos operadores, a possibilidade de aceder a dados massivos acerca dos hábitos dos seus passageiros, permite que planeiem melhor as suas rotas, definam tarifários adequados e forneçam um melhor serviço, aumentando assim a visibilidade da marca e a satisfação global dos passageiros.

Tudo isto são funcionalidades que não estão ainda disponíveis no sistema atual e, como tal, trariam uma grande mais-valia ao projeto.

Para além de todas as funcionalidades aqui descritas, serão tidas em conta as várias sugestões apresentadas pelos utilizadores durante a fase de testes, que podem ser consultadas na Secção 6.5.

7.3 Resumo

Há ainda muito trabalho a desenvolver e os parceiros estão interessados em dar continuidade ao projeto por considerarem ser um conceito inovador e prático. O facto de cada vez mais utilizadores dos transportes públicos serem possuidores de dispositivos móveis, consumindo informação constantemente, abre as portas à bilhética móvel, não havendo quaisquer entraves por parte do utilizador, que se mostra bastante satisfeito com a comodidade e simplicidade presentes no conceito. Uma outra vantagem deste sistema face a outros na mesma área, é a remoção de quaisquer intervenientes físicos durante todo o processo de utilização. Todas as operações são realizadas através dos dispositivos móveis. No entanto, este sistema tira proveito de um modelo de transportes sem

Conclusões e Trabalho Futuro

barreiras, como é o caso da Área Metropolitana do Porto, não sendo possível implementá-lo em sistemas fechados sem as devidas modificações que permitissem comunicar com os sistemas de barreiras.

Numa conclusão geral, o conceito está aprovado, é viável e é agora necessário torná-lo robusto e simples de modo a que possa ser utilizado por todos os operadores de transportes públicos da Área Metropolitana do Porto, trazendo-lhes informações adicionais sobre os seus passageiros e também fornecendo aos utilizadores uma solução prática, cómoda e eficaz para as suas deslocações.

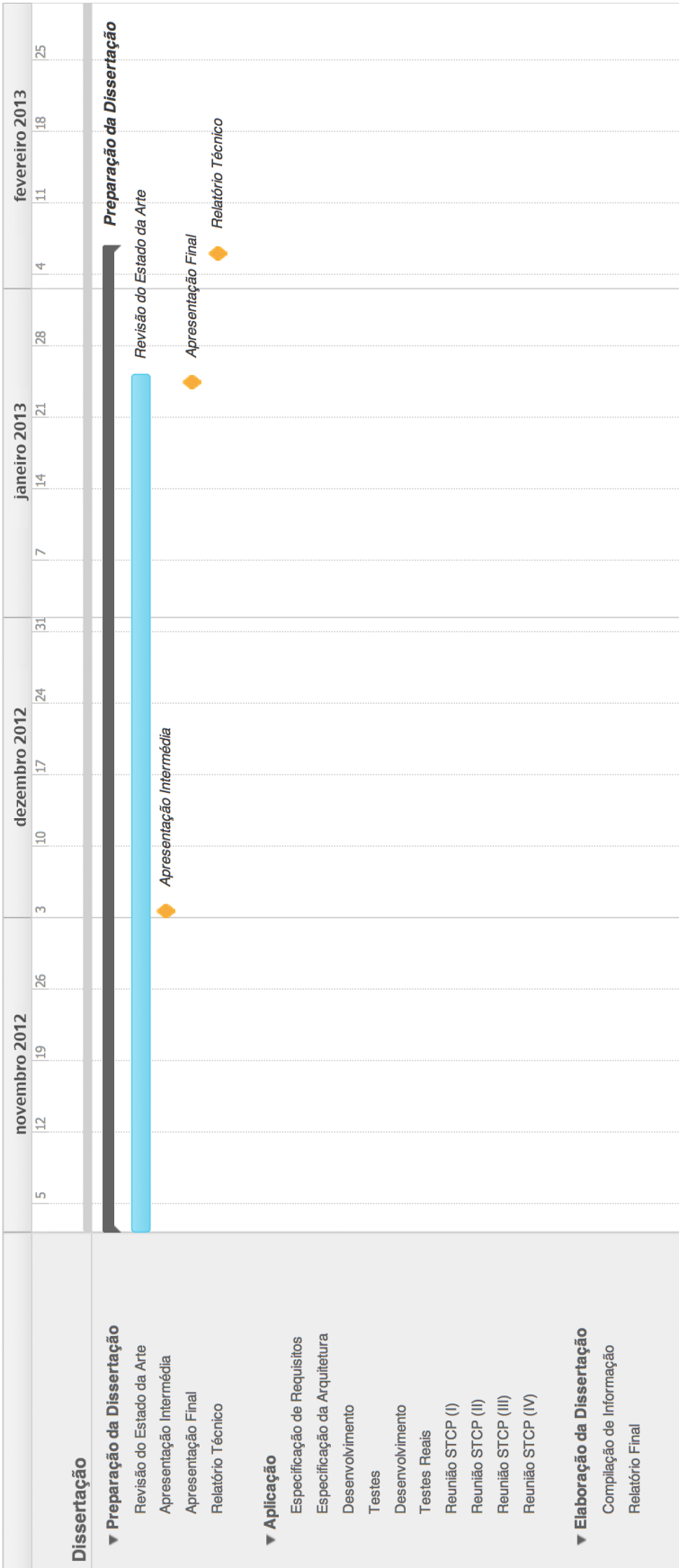


Figura 7.1: Planeamento da primeira fase da dissertação

Conclusões e Trabalho Futuro

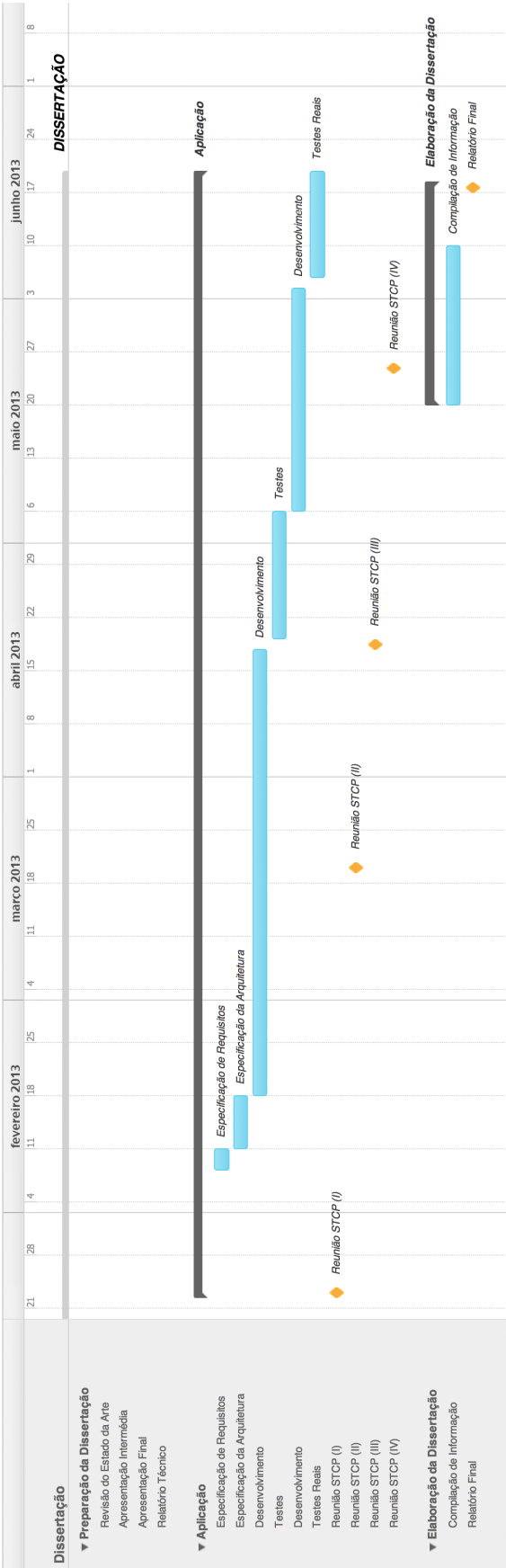


Figura 7.2: Planeamento da segunda fase da dissertação

Conclusões e Trabalho Futuro

Referências

- [AK08] Yoris A. Au e Robert J. Kauffman. The economics of mobile payments: Understanding stakeholder issues for an emerging financial technology application. *Electronic Commerce Research and Applications*, 7(2):141 – 164, 2008. <ce:title>Special Section: Research Advances for the Mobile Payments Arena</ce:title>. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1567422307000026>, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.elerap.2006.12.004>.
- [and] Linha andante [online]. URL: http://www.linhandante.com/uploadFiles/RC_TIP_2012-20130412.pdf [último acesso em 2013-06-07].
- [BB09] Remco Boer e Tonnis de Boer. Mobile payments 2010 market analysis and overview. Technical report, Innopay, 2009. URL: https://www.ebaportal.eu/_Download/Research%20and%20Analysis/2010/Mobile_payments_2010_Innopay.pdf.
- [Ble03] Vincent Blervaque. Telepayment system for multimodal transport services using portable phones. Technical report, ERTICO, Brussels, 2003. URL: http://www.ertico.com/assets/download/telepay/2_11D01F10.pdf.
- [But09] Levente Buttyán. Automated Fare Collection, 2009. URL: <http://www.hit.bme.hu/~buttyan/courses/BMEVIHIM219/2009/slideset-afc.pdf>.
- [cal] Andante [online]. URL: <http://www.linhandante.com/flash/ocasionais-zonas-def.swf> [último acesso em 2013-06-04].
- [ced] Mobipag - iniciativa nacional para pagamentos móveis [online]. URL: http://www.cedt.eu/index.php?option=com_content&task=view&id=61&Itemid=104 [último acesso em 2013-06-11].
- [cim] Cimbale [online]. URL: <https://prod.cimbale.com/> [último acesso em 2013-05-29].
- [CLPS00] RF Casey, LN Labell, SP Prensky e CL Schweiger. Advanced Public Transportation Systems : The State of the Art. Technical report, U.S. Department of Transportation, 2000. URL: <http://www.tongji.edu.cn/~yangdy/technology/aps98.pdf>.
- [col] Coloradd [online]. URL: <http://www.coloradd.net/> [último acesso em 2013-06-11].
- [com] Samsung e apple dominam mercado mundial de smartphones [online]. URL: <http://www.computerworld.com.pt/2013/02/15/>

REFERÊNCIAS

- [samsung-e-apple-dominam-mercado-mundial-de-smartphones/](#) [último acesso em 2013-06-12].
- [Com11] European Commission. Roadmap to a single european transport area – towards a competitive and resource efficient transport system. White paper, European Commission, 2011.
- [das] Dashboards | android developers [online]. URL: <http://developer.android.com/about/dashboards/index.html> [último acesso em 2013-07-08].
- [dK09] David de Kozan. Mobile Payment Trials in Public Transport. In *Card Tech Secure Tech 2009*, page 22. Cubic Transportation Systems, 2009. URL: <http://www.sourcemediaconferences.com/CTST09/PDF09/C/Wednesday/deKozandavid.pdf>.
- [dmb] What is direct mobile billing? - definition from whatis.com [online]. URL: <http://whatis.techtarget.com/definition/direct-mobile-billing> [último acesso em 2013-05-29].
- [eri] Ericsson, western union partner to push mobile financial services [online]. URL: <http://www.mobilepaymentstoday.com/article/191065/Ericsson-Western-Union-partner-to-push-mobile-financial-services> [último acesso em 2013-05-29].
- [FCN⁺12] Marta Ferreira, André Cunha, Henriqueta Nóvoa, Teresa Galvão, Manuel Moniz da Cunha e João Falcão e Cunha. A survey of current trends in smartphone based payment and validation services for public transport users. In *The Art and Science of Service Conference 2012*, pages 1–28, 2012.
- [FND13] Marta Campos Ferreira, Maria Henriqueta Nóvoa e Teresa Galvão Dias. A proposal for a mobile ticketing solution for metropolitan area of oporto public transport. In *IESS*, pages 263–278, 2013. URL: <http://dblp.uni-trier.de/db/conf/icexss/icexss2013.html#FerreiraND13>.
- [INEa] Portal do instituto nacional de estatística [online]. URL: http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_destaques&DESTAQUESdest_boui=152864778&DESTAQUEStema=55488&DESTAQUESmodo=2 [último acesso em 2013-05-28].
- [INEb] Portal do instituto nacional de estatística [online]. URL: http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_destaques&DESTAQUESdest_boui=133548146&DESTAQUEStema=00&DESTAQUESmodo=2 [último acesso em 2013-05-29].
- [jor] Android tem mais quota de mercado, mas sistema da apple gera mais tráfego [online]. URL: http://www.jornaldenegocios.pt/empresas/detalhe/2012_11_27_android_tem_mais_quota_de_mercado_mas_sistema_da_apple_gera_mais_traacutefego.html [último acesso em 2013-06-12].
- [Mal07] N Mallat. Exploring consumer adoption of mobile payments – A qualitative study. *The Journal of Strategic Information Systems*, 16(4):413–432, 2007. URL: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0963868707000480>, doi:10.1016/j.jsis.2007.08.001.

REFERÊNCIAS

- [mbp] Sibs multibanco [online]. URL: http://www.multibanco.pt/pt/mbmbspot/operacoes_mbspot/mbphone/ [último acesso em 2013-05-29].
- [Mez08] Mohamed Mezghani. Study on electronic ticketing in public transport. Technical Report May, European Metropolitan Transport Authorities (EMTA), 2008. URL: <http://www.emta.com/IMG/pdf/EMTA-Ticketing.pdf>.
- [moba] Mobill scandinavia [online]. URL: <http://www.mobill.se/en/> [último acesso em 2013-05-29].
- [mobbb] Premium sms payments [online]. URL: <http://www.mobiletransaction.org/> [último acesso em 2013-05-29].
- [mti] Vodafone m.ticket [online]. URL: <http://www.vodafone.pt/main/particulares/servicos/mticket.htm> [último acesso em 2013-05-29].
- [nfc] History of mobile and contactless payment systems - nearfieldcommunication.org [online]. URL: <http://www.nearfieldcommunication.org/payment-systems.html> [último acesso em 2013-05-29].
- [NFC11] NFC Forum. NFC in Public Transport. Technical Report January, NFC Forum, 2011. URL: http://www.nfc-forum.org/resources/white_papers/NFC_in_Public_Transport.pdf.
- [NGaFP11] António A. Nunes, Teresa Galvão, João Falcão e Cunha e Jeremy V. Pitt. Using social networks for exchanging valuable real time public transport information among travellers. In *Commerce and Enterprise Computing (CEC), 2011 IEEE 13th Conference on*, pages 365 –370, sept. 2011. doi:10.1109/CEC.2011.60.
- [obb] Öbb travel portal: Sms-ticket [online]. URL: http://www.oebb.at/en/Tickets/Mobile_Tickets/SMS-Ticket/index.jsp [último acesso em 2013-06-12].
- [OPT] Opt [online]. URL: <http://www.opt.pt/> [último acesso em 2013-05-29].
- [Ori04] Atos Origin. M-commerce at your finger tips, 2004. URL: <http://atos.net/content/dam/global/case-study/case-study-mobipay.pdf>.
- [par] Pargi [online]. URL: <https://www.pargi.ee/web/guest> [último acesso em 2013-06-12].
- [qrp] Qr platba [online]. URL: <http://qr-platba.cz/> [último acesso em 2013-05-29].
- [Sma11] Smart Card Alliance. Transit and Contactless Open Payments: An Emerging Approach for Fare Collection. Technical Report November, Smart Card Alliance, 2011. URL: http://www.smartcardalliance.org/resources/pdf/Open_Payments_WP_110811.pdf.
- [sql] About sqlite [online]. URL: <http://www.sqlite.org/about.html> [último acesso em 2013-05-29].
- [stc] Stcp lança teste de pagamentos móveis [online]. URL: <http://www.stcp.pt/pt/noticias/stcp-lanca-teste-de-pagamentos-moveis/> [último acesso em 2013-06-12].

REFERÊNCIAS

- [vdc] Vdc: Nfc adoption will be slower than expected [online]. URL: <http://www.rfidjournal.com/article/view/6930> [último acesso em 2013-05-29].
- [wal] Walletpt [online]. URL: <https://www.wallet.pt/> [último acesso em 2013-05-28].

Anexo A

Especificação de Requisitos Funcionais

A.1 Descrição Detalhada

A.1.1 O sistema deve permitir o registo de um novo utilizador

O sistema deve ter funcionalidade de registo, permitindo a utilizadores que não possuam registo no sistema fazê-lo, podendo posteriormente utilizar a sua conta pessoal para aceder ao sistema.

A.1.2 O sistema deve permitir a autenticação de um utilizador já registado

O sistema deve permitir aos utilizadores registados, a autenticação usando credenciais de acesso, para acesso às funcionalidades do sistema.

A.1.3 O sistema deve permitir a um utilizador autenticado alterar os seus dados pessoais

O sistema deve permitir aos utilizadores autenticados, alterar os seus dados pessoais, introduzidos aquando do seu registo.

A.1.4 O sistema deve permitir a um utilizador autenticado terminar a sessão ativa

O sistema deve permitir aos utilizadores autenticados, terminar a sessão.

A.1.5 O sistema deve permitir a compra de títulos por utilizadores autenticados

O sistema deve permitir aos utilizadores autenticados, a compra de títulos de viagem, consoante as configurações indicadas e o saldo disponível na carteira virtual. O sistema deve apresentar os vários tipos de título existentes (e respetivos preços), bem como permitir a compra de mais do que um título.

A.1.6 O sistema deve utilizar os fornecedores de localização do dispositivo móvel para identificar a paragem onde o utilizador autenticado se encontra

O sistema deve tirar partido das capacidades de localização do dispositivo Android para automaticamente detetar a posição do utilizador e listar as paragens mais próximas.

A.1.7 O sistema deve permitir ao utilizador autenticado a escolha manual da paragem de entrada

O sistema deve apresentar a lista completa de paragens, para seleção manual por parte do utilizador, quando não é possível detetar a posição atual através do dispositivo Android.

A.1.8 O sistema deve listar as linhas e respetivos sentidos que passam na paragem selecionada pelo utilizador autenticado

Após seleção da paragem desejada, o sistema deve listar todas as linhas de transportes públicos que param na paragem selecionada.

A.1.9 O sistema deve permitir ao utilizador autenticado escolher o título a validar, apresentando todos os títulos disponíveis que se adequem à paragem e linha selecionadas

O sistema deve permitir escolher o título de viagem a validar, de entre os disponíveis na carteira de títulos.

A.1.10 O sistema deve permitir ao utilizador autenticado efetuar a validação do título escolhido, apresentando a paragem limite até à qual pode viajar

Após a seleção de paragem, linha e título, o sistema deve permitir a validação da viagem, passando o título a estar ativo e não podendo ser utilizado novamente, no caso de ser um título ocasional.

A.1.11 O sistema deve permitir a mudança de linha (transbordo), quando existir um título válido

O sistema deve permitir a realização de transbordo aos utilizadores autenticados que possuam um título validado e ainda dentro do limite de tempo.

A.1.12 O sistema deve permitir a confirmação da validade do título em utilização, por parte do revisor

O sistema deve permitir a confirmação da validade do título ativo após indicações do revisor autorizado. Esta confirmação será feita no dispositivo do utilizador.

A.1.13 O sistema deve permitir a consulta do estado atual do título validado

Tendo um título de viagem validado, o sistema deve permitir ao utilizador consultar o estado atual do título. Isto inclui a paragem de entrada, a linha escolhida, o tempo restante e, em caso de transbordo, as linhas e paragens de transbordo.

A.1.14 O sistema deve permitir o acesso ao histórico de operações efetuadas pelo utilizador autenticado

O sistema deve permitir ao utilizador, a visualização do histórico de operações efetuadas, sejam carregamentos de conta, compra de títulos Ocasionais, Andante 24 ou Assinatura Mensal.

A.1.15 O sistema deve permitir o acesso ao histórico de validações realizadas pelo utilizador autenticado

O sistema deve permitir ao utilizador, a visualização do histórico de validações de títulos.

A.1.16 O sistema deve permitir a consulta do saldo de títulos disponíveis

O sistema deve permitir ao utilizador, a consulta do saldo atual de títulos, discriminado por tipos de títulos.

A.1.17 O sistema deve permitir a consulta de saldo da carteira virtual

O sistema deve permitir ao utilizador, a consulta do saldo atual da carteira virtual.

Especificação de Requisitos Funcionais

Tabela A.1: Requisitos Funcionais: Descrição, Prioridade e Dependências

Código	Descrição	Prioridade	Dependências
RF01	O sistema deve permitir o registo de um novo utilizador	Alta	-
RF02	O sistema deve permitir a autenticação de um utilizador já registado	Alta	RF01
RF03	O sistema deve permitir a um utilizador autenticado alterar os seus dados pessoais	Baixa	RF02
RF04	O sistema deve permitir a um utilizador autenticado terminar a sessão ativa	Baixa	RF02
RF05	O sistema deve permitir a compra de títulos por utilizadores autenticados	Alta	RF02
RF06	O sistema deve utilizar os fornecedores de localização do dispositivo móvel para identificar a paragem onde o utilizador autenticado se encontra	Alta	RF02
RF07	O sistema deve permitir ao utilizador autenticado a escolha manual da paragem de entrada	Alta	RF02
RF08	O sistema deve listar as linhas e respetivos sentidos que passam na paragem selecionada pelo utilizador autenticado	Alta	RF02
RF09	O sistema deve permitir ao utilizador autenticado escolher o título a validar, apresentando todos os títulos disponíveis que se adequem à paragem e linha selecionadas	Alta	RF02
RF10	O sistema deve permitir ao utilizador autenticado efetuar a validação do título escolhido, apresentando a paragem limite até à qual pode viajar	Alta	RF02, RF06, RF07, RF08, RF09
RF11	O sistema deve permitir a mudança de linha (transbordo), quando existir um título válido	Média	RF02, RF10
RF12	O sistema deve permitir a confirmação da validade do título em utilização, por parte do revisor	Alta	RF02, RF10
RF13	O sistema deve permitir a consulta do estado atual do título validado	Média	RF02, RF10
RF14	O sistema deve permitir o acesso ao histórico de operações efetuadas pelo utilizador autenticado	Baixa	RF02
RF15	O sistema deve permitir o acesso ao histórico de validações realizadas pelo utilizador autenticado	Baixa	RF02, RF10
RF16	O sistema deve permitir a consulta do saldo de títulos disponíveis	Média	RF02, RF05
RF17	O sistema deve permitir a consulta de saldo da carteira virtual	Média	RF02

Anexo B

Especificação da API

B.1 Descrição Detalhada

B.1.1 API Comum

B.1.1.1 GetAllLinesPathsByStop

Este serviço permite obter a listagem de linhas e respetivos trajetos que passam numa determinada paragem. Uma linha pode ter um ou mais trajetos. É utilizado quando o utilizador escolhe a paragem de entrada.

Parâmetros:

- stop - código SMS da paragem.

Resultado (Lista de elementos):

- GoPathCode - Código do trajeto;
- GoTerminal - Nome do destino;
- LineCode - Código da linha;
- LineName - Nome da linha (número e denominação).

B.1.1.2 GetAllNearStops

Este serviço permite obter a listagem de paragens encontradas num determinado raio centrado nas coordenadas especificadas. É utilizado para obter as paragens mais próximas da localização atual do utilizador, quando este inicia o processo de validação.

Parâmetros:

- latitude - latitude do centro;

- longitude - longitude do centro;
- radius - raio de inclusão.

Resultado (Lista de elementos):

- code - código SMS da paragem;
- coordX - latitude da paragem;
- coordY - longitude da paragem;
- name - Nome da paragem;
- provider - Operador da paragem.

B.1.1.3 LoadStopsByWord

Este serviço permite obter a listagem de paragens que contenham determinada palavra no nome ou no código SMS. É utilizado quando o utilizador seleciona manualmente a paragem de entrada.

Parâmetros:

- word - palavra a pesquisar.

Resultado (Lista de elementos):

- code - código SMS da paragem;
- coordX - latitude da paragem;
- coordY - longitude da paragem;
- name - Nome da paragem;
- provider - Operador da paragem.

B.1.1.4 GetAllProvidersName

Este serviço permite obter a listagem completa de operadores de transportes públicos que operam no sistema Andante. É utilizado quando o utilizador seleciona manualmente a paragem de entrada.

Resultado (Lista de Strings):

- nomes dos operadores.

B.1.1.5 GetAllLinesByProvider

Este serviço permite obter a listagem completa de linhas que um determinado operador tem. É utilizado quando o utilizador seleciona manualmente a paragem de entrada.

Parâmetros:

- provider - Nome do operador.

Resultado (Lista de Strings):

- códigos das linhas.

B.1.1.6 GetAllStopsByLine

Este serviço permite obter a listagem completa de paragens que constituem determinada linha (em todos os trajetos da linha). É utilizado quando o utilizador seleciona manualmente a paragem de entrada.

Parâmetros:

- line - código da linha.

Resultado (Lista de elementos):

- code - código SMS da paragem;
- coordX - latitude da paragem;
- coordY - longitude da paragem;
- name - Nome da paragem;
- provider - Operador da paragem.

B.1.2 API Específica

B.1.2.1 login

Este serviço permite verificar os dados de login introduzidos e confirmar/rejeitar a autenticação do utilizador. É utilizado quando o utilizador se autentica na aplicação quando esta não tem nenhuma conta ativa.

Parâmetros:

- email - email do utilizador;

Especificação da API

- password - password do utilizador.

Resultado:

- Code - código da operação:
 - 2100 - Operação realizada com sucesso;
 - 2101 - Email inexistente;
 - 2102 - Password e email não coincidem.

B.1.2.2 newUser

Este serviço permite criar um novo utilizador, verificando a existência do email, o elemento único identificativo. É utilizado quando o utilizador se regista na aplicação.

Parâmetros:

- email - email do utilizador;
- password - password do utilizador;
- pin - pin do utilizador;
- name - nome do utilizador;
- address - morada do utilizador;
- mobile - número de telemóvel do utilizador;
- NIF - Número de Informação Fiscal do utilizador;
- birthDate - data de nascimento do utilizador;
- maxAmount - valor máximo para operações sem necessidade de introduzir pin.

Resultado:

- Code - código da operação:
 - 3000 - Operação realizada com sucesso;
 - 3001 - Email já existente.

B.1.2.3 addTicket

Este serviço permite adicionar títulos ocasionais à conta de um determinado utilizador. É utilizado quando o utilizador compra títulos ocasionais.

Parâmetros:

- email - email do utilizador;
- type - tipo do título;
- name - tipologia do título;
- amount - quantidade a adicionar.

Resultado:

- Code - código da operação:
 - 4000 - Operação realizada com sucesso;
 - 4001 - Email inexistente;
 - 4002 - Saldo insuficiente.

B.1.2.4 addSignature

Este serviço permite adicionar uma assinatura mensal à conta de um determinado utilizador. É utilizado quando o utilizador compra assinatura mensal.

Parâmetros:

- email - email do utilizador;
- zones - lista de zonas a adicionar.

Resultado:

- Code - código da operação:
 - 5000 - Operação realizada com sucesso;
 - 5001 - Email inexistente;
 - 5002 - Saldo insuficiente.

B.1.2.5 addMoneyUser

Este serviço permite adicionar saldo à carteira virtual. É utilizado quando a conta é carregada.

Parâmetros:

- email - email do utilizador;
- amountToAdd - quantidade a adicionar.

Resultado:

- Code - código da operação:
 - 6000 - Operação realizada com sucesso;
 - 6001 - Email inexistente.

B.1.2.6 editUser

Este serviço permite editar os dados pessoais do utilizador. É utilizado quando o utilizador altera os seus dados pessoais nas definições da aplicação.

Parâmetros:

- email - email do utilizador;
- password - password do utilizador;
- pin - pin do utilizador;
- name - nome do utilizador;
- address - morada do utilizador;
- mobile - número de telemóvel do utilizador;
- NIF - Número de Informação Fiscal do utilizador;
- birthDate - data de nascimento do utilizador;
- maxAmount - valor máximo para operações sem necessidade de introduzir pin.

Resultado:

- Code - código da operação:
 - 3200 - Operação realizada com sucesso;
 - 3201 - Email inexistente.

B.1.2.7 validate

Este serviço permite validar um título da carteira de títulos. É utilizado após a seleção da paragem de entrada, da linha e trajeto e do título a validar.

Parâmetros:

- email - email do utilizador;
- ticketType - tipo do título;
- ticketName - tipologia do título;
- path - trajeto de entrada;
- stop - paragem de entrada;
- firstPath - trajeto inicial;
- firstStop - paragem inicial;
- isNewValidation - indicação de nova validação ou transbordo.

Resultado:

- Code - código da operação:
 - 4200 - Operação realizada com sucesso;
 - 4002 - Título inexistente;
 - 4004 - Email inexistente.
- Validation - dados da validação:
 - email - email do utilizador;
 - lastAllowedStopName - última paragem permitida;
 - originStop - paragem inicial;
 - path - trajeto de entrada;
 - seq - número sequencial;
 - ticketName - tipologia do título (Z2, Z3, etc.);
 - ticketType - tipo do título (Ocasional, Andante 24 ou Assinatura);
 - when - data da validação.

B.1.2.8 getPrices

Este serviço permite obter a listagem de preços das várias modalidades do sistema Andante. É utilizado quando o utilizador procede à compra de títulos.

Resultado:

- Code - código da operação:
3260 - Operação realizada com sucesso.
- TicketList - lista de títulos:
Id - identificador do título;
Name - tipologia do título (Z2, Z3, etc.);
Price - preço do título;
Type - tipo do título (Ocasional, Andante 24 ou Assinatura).

B.1.2.9 getUser

Este serviço permite obter a informação pessoal de um determinado utilizador. É utilizado quando o utilizador pretende alterar os seus dados pessoais.

Parâmetros:

- email - email do utilizador.

Resultado:

- Code - código da operação:
3250 - Operação realizada com sucesso;
3251 - Email inexistente.
- UserInfo - informação do utilizador:
email - email do utilizador;
password - password do utilizador;
pin - pin do utilizador;
name - nome do utilizador;
address - morada do utilizador;
mobile - número de telemóvel do utilizador;
NIF - Número de Informação Fiscal do utilizador;
birthDate - data de nascimento do utilizador;
maxAmount - valor máximo para operações sem necessidade de introduzir pin.

B.1.2.10 getTickets

Este serviço permite obter a listagem de títulos disponíveis de um determinado utilizador. É utilizado quando o utilizador pretende proceder a uma validação, ver o saldo atual de títulos ou proceder à compra dos mesmos.

Parâmetros:

- email - email do utilizador.

Resultado:

- Code - código da operação:
 - 4100 - Operação realizada com sucesso;
 - 4102 - Email inexistente.
- ListTickets - lista de títulos:
 - Amount - identificador do título;
 - Name - tipologia do título (Z2, Z3, etc.);
 - SigMonth - mês da assinatura (no caso de ser assinatura, 0 nos outros);
 - SigYear - ano da assinatura (no caso de ser assinatura, 0 nos outros);
 - SigZones - zonas da assinatura (no caso de ser assinatura, null nos outros);
 - Type - tipo do título (Ocasional, Andante 24 ou Assinatura).

B.1.2.11 getAccountMovements

Este serviço permite obter as transações efetuadas por um determinado utilizador. É utilizado quando o utilizador pretende consultar o histórico de operações realizadas na sua conta.

Parâmetros:

- email - email do utilizador.

Resultado:

- Code - código da operação:
 - 4150 - Operação realizada com sucesso;
 - 4152 - Email inexistente.

- ListAccountMovements - Lista de operações:
 - amount - valor da operação;
 - reason - descritivo da operação (carregamento, compra, etc.);
 - timeStamp - data da operação.

B.1.2.12 getAccountValidations

Este serviço permite obter a listagem de validações de um determinado utilizador. É utilizado quando o utilizador pretende consultar o histórico de validações da sua assinatura ou dos títulos ocasionais.

Parâmetros:

- email - email do utilizador.

Resultado:

- Code - código da operação:
 - 4150 - Operação realizada com sucesso;
 - 4152 - Email inexistente.
- ListAccountValidations - Lista de validações:
 - Id - número sequencial;
 - PathCode - código do trajeto;
 - Signature - indicação de assinatura ou título ocasional;
 - StopCode - código da paragem;
 - TicketName - tipologia do título (Z2, Z3, etc.);
 - TicketType - tipo do título (Ocasional, Andante 24 ou Assinatura);
 - TimeStamp - data da validação;
 - isNewValidation - indicação de nova validação ou transbordo.

B.1.2.13 getStopZone

Este serviço permite saber qual a zona Andante de determinada paragem. É utilizado para saber se é possível utilizar a assinatura na paragem selecionada.

Parâmetros:

- pathCode - código do trajeto;

Especificação da API

- stopCode - código da paragem.

Resultado:

- Code - código da operação:
 - 1050 - Operação realizada com sucesso;
 - 1051 - Operação sem sucesso.
- Zona da paragem.

Especificação da API

Anexo C

Código ColorADD



Figura C.1: Código ColorADD

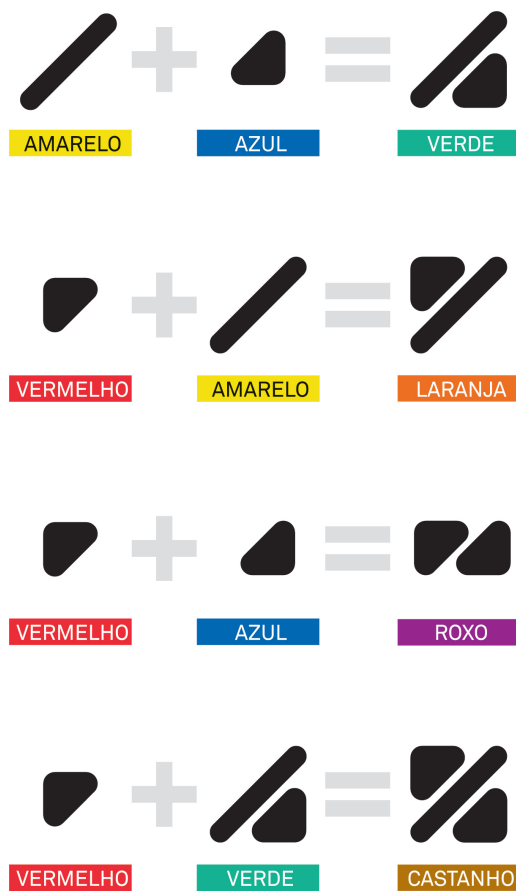


Figura C.2: Adição de cores ColorADD

CORES | SÍMBOLOS



BRANCO | PRETO | CINZENTO



TONS METALIZADOS



TONS CLAROS



TONS ESCUROS



Figura C.3: Tabela de cores ColorADD

Anexo D

Inquérito Inicial

Há quanto tempo possui smartphone?

- Menos de 6 meses
- Entre 6 meses e 2 anos
- Há mais de 2 anos

Selecione (até 5 tipos) as aplicações que utiliza com mais frequência no smartphone.

- ☐ Livros
- ☐ Negócios/Finanças
- ☐ Educação
- ☐ Transportes
- ☐ Jogos
- ☐ Saúde e Fitness
- ☐ Lifestyle
- ☐ Música
- ☐ Navegação
- ☐ Jornais e revistas
- ☐ Fotos e vídeo
- ☐ Redes sociais
- ☐ Desporto
- ☐ Utilidades
- ☐ Meteorologia

Em média, com que frequência utiliza transportes públicos?

- 1 a 5 vezes/semana

Inquérito Inicial

- 1 a 5 vezes/mês
- 1 a 10 vezes/ano
- Raramente

Que tipo de viagens faz com mais frequência utilizando os transportes públicos?

- Urbana
- Interurbana

Nas suas viagens urbanas/interurbanas, que meios de transporte utiliza com mais frequência (Se normalmente a sua viagem inclui transbordos entre diferentes meios de transporte, pode seleccionar mais que uma opção)?

- ☐ Autocarro
- ☐ Metro
- ☐ Comboio

Onde compra os bilhetes de viagem para os transportes públicos (pode seleccionar mais que uma opção)?

- ☐ Máquinas de Venda Automática
- ☐ Lojas Andante
- ☐ Agentes Payshop e CTT
- ☐ Rede Multibanco
- ☐ Terminais de Operadores Rodoviários
- ☐ Dentro do Autocarro
- ☐ Postos de Atendimento STCP (Hosp. S. João e Bom Sucesso)
- ☐ Bilheteiras CP
- ☐ Internet
- ☐ Outra: _____

Qual o meio de pagamento que habitualmente utiliza para pagar os bilhetes?

- Notas e moedas
- Cartão multibanco

Que tipo de bilhetes costuma comprar com mais frequência?

- Títulos Ocasionais
- Andante 24

Inquérito Inicial

- Assinatura Mensal
- Outra: _____

Que tipo de serviços adicionais relacionados com os transportes públicos costuma utilizar (pode seleccionar mais que uma opção)?

- ☐ Consulta de mapas (planos de viagem, linhas, ...)
- ☐ Consulta de horários
- ☐ Consulta de tarifários
- ☐ Reclamações
- ☐ Linha de apoio ao cliente
- ☐ Descontos em serviços parceiros do seu operador de transportes
- ☐ SMS Bus
- ☐ Aplicações móveis
- ☐ Outra: _____

Que tipos de canais costuma utilizar para aceder aos serviços do seu Operador de Transportes Públicos (informações, mapas, ...) (pode seleccionar mais que uma opção)?

- ☐ Lojas físicas
- ☐ Paragens/Estações
- ☐ Website
- ☐ Facebook
- ☐ Telefone
- ☐ Email

Classifique (de 1 a 5) as seguintes afirmações relacionadas com a compra e validação de bilhetes através dos métodos disponíveis actualmente. (1 – Discordo Totalmente; 2 – Discordo; 3 – Não concordo, nem discordo; 4 – Concordo; 5 – Concordo Totalmente)

1. Já perdi o meu cartão Andante várias vezes.
2. Tenho dificuldade em perceber que tipo de bilhete (Z2, Z3, Z4..) tenho de comprar para efetuar determinada viagem.
3. Considero fácil comprar bilhetes nas máquinas de venda automática.
4. Já passei por situações em que não tinha dinheiro trocado (notas e moedas) para comprar bilhetes nas máquinas de venda automática.
5. Não gosto (ou não gostaria) de me deslocar a uma loja física para renovar o meu passe mensal.
6. Considero fácil validar bilhetes nos validadores.

Inquérito Inicial

7. Gostava de saber quanto tempo me resta de viagem depois de validar o bilhete.
8. Gostava que o sistema me informasse sobre a paragem até à qual posso viajar com o bilhete que validei.
9. Gostava de poder guardar mais que um tipo de título diferente (ex: Z2 e Z3) no meu cartão andante.
10. Gostava de ter acesso ao meu histórico de viagens.
11. Gostava de saber quanto gasto por mês em transportes públicos.
12. É mais provável que me esqueça do cartão andante em casa do que do telemóvel.

Classifique (de 1 a 5) as seguintes afirmações relacionadas com a compra de bilhetes através do telemóvel. (1 – Discordo Totalmente; 2 – Discordo; 3 – Não concordo, nem discordo; 4 – Concordo; 5 – Concordo Totalmente)

A compra de bilhetes através do telemóvel significa que em vez de pagar o bilhete andante com notas e moedas, pagaria com o seu telemóvel (através por exemplo de um saldo que tinha disponível para o efeito). Depois do pagamento receberia o cartão andante com as viagens carregadas.

1. Comprar bilhetes de transporte com o telemóvel é uma boa ideia.
2. Pretendo utilizar o telemóvel para comprar bilhetes de transporte quando este serviço estiver disponível.
3. Os pagamentos com o telemóvel são um método de pagamento útil.
4. Comprar bilhetes de transporte com o telemóvel é compatível com as outras utilizações que faço do telemóvel.
5. Comprar bilhetes com o telemóvel é compatível com o meu estilo de vida e hábitos.
6. Sentir-me-ia seguro em comprar bilhetes de transporte com o meu telemóvel.
7. Os telemóveis são confiáveis o suficiente para a compra bilhetes.
8. As redes móveis são confiáveis o suficiente para a compra de bilhetes.
9. Na compra de bilhetes, o risco de ficar sem bateria ou ficar sem rede é baixo.
10. O risco de haver problemas com a aplicação de compra de bilhetes é baixo.
11. O risco de eu cometer erros na compra de bilhetes com o telemóvel é baixo.

Inquérito Inicial

Classifique (de 1 a 5) as seguintes afirmações relacionadas com a validação de bilhetes através do telemóvel. (1 – Discordo Totalmente; 2 – Discordo; 3 – Não concordo, nem discordo; 4 – Concordo; 5 – Concordo Totalmente)

A validação de bilhetes através do telemóvel significa que após a compra os bilhetes ficariam guardados no telemóvel e não no cartão andante. A validação seria efetuada através do telemóvel.

1. Validar bilhetes de transporte com o telemóvel é uma boa ideia.
2. Pretendo utilizar o telemóvel para validar bilhetes de transporte quando este serviço estiver disponível.
3. As validações com o telemóvel são um método de validação útil.
4. Validar bilhetes de transporte com o telemóvel é compatível com as outras utilizações que faço do telemóvel.
5. Validar bilhetes com o telemóvel é compatível com o meu estilo de vida e hábitos.
6. Sentir-me-ia seguro em validar bilhetes de transporte com o meu telemóvel.
7. Os telemóveis são confiáveis o suficiente para a validação de bilhetes.
8. As redes móveis são confiáveis o suficiente para a validação de bilhetes.
9. Na validação de bilhetes, o risco de ficar sem bateria ou ficar sem rede é baixo.
10. O risco de haver problemas com a aplicação de validação de bilhetes é baixo.
11. O risco de eu cometer erros na validação de bilhetes com o telemóvel é baixo.
12. O risco de não receber o bilhete ou receber com atraso é baixo.

Que vantagens associa à compra e validação de bilhetes de transporte através do telemóvel?

Que desvantagens associa à compra e validação de bilhetes de transporte através do telemóvel?

Género

- Feminino
- Masculino

Idade

Nome